



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE CÓRDOBA

DEPARTAMENTO DE
INFORMÁTICA Y ANÁLISIS NUMÉRICO

PROGRAMACIÓN DECLARATIVA

INGENIERÍA INFORMÁTICA

CUARTO CURSO

PRIMER CUATRIMESTRE

Tema 5.- Tipos de datos compuestos



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. Vectores
2. Pares
3. Listas
4. Funciones con parámetros obligatorios u opcionales

Índice

1. Vectores
2. Pares
3. Listas
4. Funciones con parámetros obligatorios u opcionales

1. Vectores

- Definición y ejemplos
- Predicado
- Igualdad
- Longitud
- Creación
- Acceso a un elemento
- Modificación de un elemento
- Conversión entre vector y lista
- Otros procedimientos
- Procedimientos especiales de racket/vector
- Ejemplos de uso de vectores

1. Vectores

- Definición y ejemplos
- Predicado
- Igualdad
- Longitud
- Creación
- Acceso a un elemento
- Modificación de un elemento
- Conversión entre vector y lista
- Otros procedimientos
- Procedimientos especiales de racket/vector
- Ejemplos de uso de vectores

1. Vectores

- Definición

(objeto₀ objeto₁ ... objeto_{n-1})

donde *objeto_i* es un dato permitido por Scheme

- Ejemplos

#(1 2 3)

#("Pedro" "Ana" "Miguel")

#(#(1 0 0) #(0 1 0) #(0 0 1))

#(

#("Juan Campos Luque" 12 #t)

#("Ana Luna Prado" 14 #f)

)

1. Vectores

- Observación

- Algunos intérpretes utilizan la siguiente notación

#3(1 2 3)

#2(

#3("Juan Campos Luque" 12 #t)

#3("Ana Luna Prado" 14 #f)

)

#5(1 9) → #(1 9 9 9 9)

en la que se indica la **longitud** del vector

1. Vectores

- Definición y ejemplos
- Predicado
- Igualdad
- Longitud
- Creación
- Acceso a un elemento
- Modificación de un elemento
- Conversión entre vector y lista
- Otros procedimientos
- Procedimientos especiales de Racket/Vector
- Ejemplos de uso de vectores

1. Vectores

- Predicado

(*vector?* objeto)

- Será verdadero (*#t*) si y solamente si objeto es un vector.
- En caso contrario, será falso (*#f*).

- Ejemplos

(*vector?* #(1 2 3)) → *#t*

(*vector?* '(1 2 3)) → *#f*

(*vector?* #(#(1 2) #(3 4))) → *#t*

1. Vectores

- Definición y ejemplos
- Predicado
- Igualdad
- Longitud
- Creación
- Acceso a un elemento
- Modificación de un elemento
- Conversión entre vector y lista
- Otros procedimientos
- Procedimientos especiales de racket/vector
- Ejemplos de uso de vectores

1. Vectores

- Igualdad

(*equal?* *vector1 vector2*)

- Será verdadero (*#t*) si y solamente si los dos vectores tienen la misma **longitud** y las mismas **componentes**
- En caso contrario, será falso (*#f*).

- Ejemplo

(*equal?* *#(1 2 3) (vector 1 2 3)*) → *#t*

1. Vectores

- Definición y ejemplos
- Predicado
- Igualdad
- Longitud
- Creación
- Acceso a un elemento
- Modificación de un elemento
- Conversión entre vector y lista
- Otros procedimientos
- Procedimientos especiales de racket/vector
- Ejemplos de uso de vectores

1. Vectores

- Longitud de un vector

(*vector-length* objeto)

- Devuelve el número de componentes del vector

- Ejemplos

(*vector-length* #(1 2 3)) → 3

(*vector-length* (#(1 2) #(3 4))) → 2

1. Vectores

- Definición y ejemplos
- Predicado
- Igualdad
- Longitud
- Creación
- Acceso a un elemento
- Modificación de un elemento
- Conversión entre vector y lista
- Otros procedimientos
- Procedimientos especiales de racket/vector
- Ejemplos de uso de vectores

1. Vectores

- Creación
 - *vector constante*
 - *vector*
 - *vector-immutable*
 - *make-vector*

1. Vectores

- Creación

- *vector constante*

- $\# (\text{objeto}_0 \text{ objeto}_1 \dots \text{objeto}_{n-1})$

- Ejemplos

- $(\text{define } v \#(1 \ 2 \ 3))$

- $v \rightarrow \#(1 \ 2 \ 3)$

- Observación

- **No** se pueden modificar los valores de las componentes

1. Vectores

- Creación

- *vector*

(vector objeto₀ objeto₁ ... objeto_{n-1})

→ #(objeto₀ objeto₁ ... objeto_{n-1})

- Ejemplos

(vector 1 2 3)

→ #(1 2 3)

(vector "Pedro" "Ana" "Miguel")

→ #("Pedro" "Ana" "Miguel")

(vector (vector 1 2) (vector 3 4))

→ #(#(1 2) #(3 4))

1. Vectores

- Creación

- *vector-immutable*

(*vector-immutable* objeto₀ objeto₁ ... objeto_{n-1})

→ # (objeto₀ objeto₁ ... objeto_{n-1})

- Observación

- No se pueden modificar los valores de las componentes

- Ejemplos

(*vector-immutable* 1 2 3) → #(1 2 3)

(*vector-immutable* "lunes" "martes")

→ #("lunes" "martes")

1. Vectores

- Creación

- *make-vector*

- (*make-vector* tamaño [*objeto*])

- # (*objeto objeto ... objeto*)

- *tamaño*: número natural

- *objeto*:

- ✓ valor asignado a las componentes (opcional)

- ✓ valor por defecto: 0

1. Vectores

- Creación
 - *make-vector*
 - Ejemplos

(make-vector 0) → #()

(make-vector 3) → #(0 0 0)

(make-vector 3 7) → #(7 7 7)

(make-vector 2 #3(1)) → #(#(1 1 1) #(1 1 1))

1. Vectores

- Definición y ejemplos
- Predicado
- Igualdad
- Longitud
- Creación
- Acceso a un elemento
- Modificación de un elemento
- Conversión entre vector y lista
- Otros procedimientos
- Procedimientos especiales de racket/vector
- Ejemplos de uso de vectores

1. Vectores

- Acceso a un elemento de un vector

- **vector-ref**

(vector-ref v posición)

- v: vector
- posición: número entero no negativo

- **Ejemplos**

(define v #(0 1 2 3 4))

(vector-ref v 0) → 0

(vector-ref v 2) → 2

(vector-ref v (- (vector-length v) 1)) → 4

1. Vectores

- Acceso a un elemento de un vector
 - Ejemplos

```
(define v (#(1 2 3) #(4 5 6) #(7 8 9)))
```

```
(vector-ref (vector-ref v 0) 2) → 3
```

```
(vector-ref (vector-ref v 2) 1) → 8
```

1. Vectores

- Definición y ejemplos
- Predicado
- Igualdad
- Longitud
- Creación
- Acceso a un elemento
- **Modificación de un elemento**
- Conversión entre vector y lista
- Otros procedimientos
- Procedimientos especiales de racket/vector
- Ejemplos de uso de vectores

1. Vectores

- **Modificación de un elemento**
 - vector-set!
 - vector-fill!

1. Vectores

- Modificación de un elemento
 - ***vector-set!***
(***vector-set!*** *v* *posición* *valor*)
 - ***v***: vector que se puede modificar
 - ***posición***: número entero no negativo
 - ***valor***: dato que se va a asignar a la componente del vector “*v*” indicada por “*posición*”.
 - Observación
 - No devuelve ningún resultado

1. Vectores

- Modificación de un elemento
 - *vector-set!*
 - Ejemplos

```
(define v1 (vector 0 1 2 3 4))
```

```
v1
```

```
→ #(0 1 2 3 4)
```

```
(vector-set! v1 1 9)
```

```
v1
```

```
→ #(0 9 2 3 4)
```

1. Vectores

- Modificación de un elemento

- *vector-set!*

- Ejemplos

```
(define v1 #(0 1 2 3 4))
```

```
(vector-set! v1 1 9)
```

v1 → *Error*

```
(define v2 (vector-immutable 1 2 3))
```

```
(vector-set! v2 1 9) → Error
```

```
(vector-set! #(1 2 3) 0 9) → Error
```

1. Vectores

- Modificación de un elemento

- *vector-set!*

- Ejemplos

```
(define v (#(1 2 3) #(4 5 6) #(7 8 9)))
```

```
(vector-set! (vector-ref v 0) 2 0) → Error
```

```
(define v (vector (vector 1 2 3)
                  (vector 4 5 6)
                  (vector 7 8 9)
                  )
)
```

```
(vector-set! (vector-ref v 0) 2 0)
```

```
v → (#(1 2 0) #(4 5 6) #(7 8 9))
```

1. Vectores

- Modificación de un elemento
 - *vector-fill!*
(*vector-fill!* v valor)
 - **v**: vector **existente** que se puede modificar
 - **valor**: dato que se va a asignar a **todas** las componentes del vector “v”
 - **Observación**
 - No devuelve ningún resultado

1. Vectores

- Modificación de un elemento

- *vector-fill!*

- Ejemplos

(define v (make-vector 3))

v → #(0 0 0)

(vector-fill! v 9)

v → #(9 9 9)

1. Vectores

- Definición y ejemplos
- Predicado
- Igualdad
- Longitud
- Creación
- Acceso a un elemento
- Modificación de un elemento
- **Conversión entre vector y lista**
- Otros procedimientos
- Procedimientos especiales de racket/vector
- Ejemplos de uso de vectores

1. Vectores

- **Conversión entre vector y lista**
 - **vector->list**
 - **list->vector**

1. Vectores

- Conversión entre vector y lista

- **vector->list**

- (*vector->list* v)

- v: vector

- Devuelve una lista con los elementos del vector

- **Ejemplos**

- (*vector->list* #(1 2 3)) → (1 2 3)

- (*vector->list* #(#(1 2) #(3 4))) → (#(1 2) #(3 4))

1. Vectores

- Conversión entre vector y lista

- **list->vector**

- (list->vector lista)*

- Devuelve un vector con los elementos de la *lista*

- **Ejemplos**

- (list->vector '(1 2 3)) → #(1 2 3)*

- (list->vector '((1 2) (3 4))) → #((1 2) (3 4))*

1. Vectores

- Definición y ejemplos
- Predicado
- Igualdad
- Longitud
- Creación
- Acceso a un elemento
- Modificación de un elemento
- Conversión entre vector y lista
- Otros procedimientos
- Procedimientos especiales de racket/vector
- Ejemplos de uso de vectores

1. Vectores

- **Otros procedimientos**
 - build-vector
 - vector->values

1. Vectores

- Otros procedimientos

- *build-vector*

(build-vector n procedimiento)

- Devuelve un vector con los resultados del aplicar el **procedimiento** a los números naturales desde 0 hasta n-1.

- Ejemplos

(build-vector 5 +) → #(0 1 2 3 4)

(build-vector 5 sqrt) → #(0 1 1.42... 1.73... 2)

(build-vector 5 (lambda (x) (x x)))*

→ #(0 1 4 9 16)

1. Vectores

- Otros procedimientos

- *vector->values*

(vector->values v [inicial [final]])

- Devuelve los elementos del vector *v* que ocupan las posiciones situadas entre inicial (**inclusive**) y final (**exclusive**):
 - *v*: vector
 - *inicial* y *final*: números enteros no negativos

- Ejemplo

(vector->values #(0 1 2 3 4 5 6 7) 3 5)

→ 3

4

1. Vectores

- Otros procedimientos

- *vector->values*

- Ejemplo

- (define v #(0 1 2 3 4 5 6 7))*

- (call-with-values*

- (lambda () (vector->values v 3 5))*

- +*

-)*

- 7*

1. Vectores

- Otros procedimientos (digresión)
 - (*call-with-values* *generador receptor*)
 - *generador*: procedimiento, función u operador de Scheme que devuelva valores o resultados
 - *receptor*: procedimiento, función u operador de Scheme
 - Descripción
 - Invoca a *generador*, que genera unos valores que son usados como argumentos de *receptor*

1. Vectores

- Otros procedimientos (digresión)
 - (*call-with-values* *generador receptor*)
 - Ejemplos

(*call-with-values* * +) → 1

(*call-with-values* (lambda () (values 2 3 4)) *)
→ 24

(*call-with-values* (lambda () (values 2 3 4))
vector)

→ #(2 3 4)

1. Vectores

- Definición y ejemplos
- Predicado
- Igualdad
- Longitud
- Creación
- Acceso a un elemento
- Modificación de un elemento
- Conversión entre vector y lista
- Otros procedimientos
- **Procedimientos especiales de racket/vector**
- Ejemplos de uso de vectores

1. Vectores

- Procedimientos especiales de Racket/Vector

- *vector-copy*

(require racket/vector)

- *vector-map*

- *vector-append*

- *vector-filter, vector-filter-not*

- *vector-count*

- *vector-argmin, vector-argmax*

- *vector-member, vector-memv, vector-memq*

1. Vectores

- Procedimientos especiales de Racket/Vector

- Otros

- *vector-set**!

(require racket/vector)

- *vector-take*, *vector-take-right*

- *vector-drop*, *vector-drop-right*

- *vector-split-at*, *vector-split-at-right*

- Más información

- <http://docs.racket-lang.org/reference/vectors.html>

1. Vectores

- Procedimientos especiales de Racket/Vector

- *vector-copy*

(*vector-copy* v [*inicial* [*final*]])

- Crea un nuevo vector
 - ✓ de longitud inicial - final
 - ✓ con los elementos del vector “v” que ocupan las posiciones comprendidas entre inicial (*inclusive*) y final (*exclusive*)

1. Vectores

- Procedimientos especiales de Racket/Vector

- *vector-copy*

- Ejemplos

(vector-copy #(1 2 3 4)) → *#(1 2 3 4)*

(vector-copy #(1 2 3 4) 1) → *#(2 3 4)*

(vector-copy #(1 2 3 4) 2 3) → *#(3)*

1. Vectores

- Procedimientos especiales de Racket/Vector

- *vector-map*

(*vector-map* procedimiento v_1 [$v_2 \dots v_n$])

- **Aplica** el procedimiento a los elementos de los vectores desde el primero hasta el último.
 - Devuelve otro vector con los resultados del procedimiento.
 - **Restricciones**
 - ✓ Debe haber tantos vectores como argumentos requiera el procedimiento.
 - ✓ Todos los vectores deben tener el mismo número de elementos.

1. Vectores

- Procedimientos especiales de Racket/Vector

- *vector-map*

- Ejemplos

```
(define v1 #(1 2 3))
```

```
(define v2 #(5 6 7))
```

```
(vector-map sqrt v1) → #(1 1.41... 1.73...)
```

```
(vector-map + v1 v2 v1) → #(7 10 13)
```

```
(vector-map (lambda (x) (* x x)) v1) → #(1 4 9)
```

```
(vector-map (lambda (x y) (* x y)) v1 v2)
```

```
→ (5 12 21)
```

1. Vectores

- Procedimientos especiales de Racket/Vector

- *vector-append*

(vector-append v₁ [v₂ ... v_n])

- Crea un nuevo vector con la **concatenación** de los elementos de los vectores

- Ejemplo

(define v1 #(1 2 3))

(define v2 #(5 6 7))

(vector-append v1 v2) → #(1 2 3 5 6 7)

1. Vectores

- Procedimientos especiales de Racket/Vector

- *vector-filter*

- (*vector-filter* predicado v)

- Crea un nuevo vector con los elementos del vector que hacen verdadero el predicado

- Ejemplo

- (*define* v #(1 2 3))

- (*vector-filter* odd? v) → #(1 3)

1. Vectores

- Procedimientos especiales de Racket/Vector

- *vector-filter-not*

- (*vector-filter-not* predicado v)

- Crea un nuevo vector con los elementos del vector que **no** hacen verdadero el predicado

- Ejemplo

- (*define* v #(1 2 3))

- (*vector-filter-not* odd? v) → #(2)

1. Vectores

- Procedimientos especiales de Racket/Vector

- *vector-count*

(*vector-count* predicado v_1 [$v_2 \dots v_n$])

- Devuelve el número de elementos de los vectores (tomados en paralelo) que **no** hacen falso el predicado

- Ejemplo

(*define* v1 #(1 2 3))

(*define* v2 #(5 6 7))

(*vector-count* odd? v1) → 2

((*vector-count* = v1 v2) → 0

1. Vectores

- Procedimientos especiales de Racket/Vector

- *vector-argmin*

(*vector-argmin* procedimiento *v*)

- Devuelve el primer elemento del vector “v” que minimiza el procedimiento.

- Ejemplo

(*vector-argmin* *vector-length*

#(#("Juan") #("Ana" "Pablo") #("Luis")))

→ *#("Juan")*

1. Vectores

- Procedimientos especiales de Racket/Vector

- *vector-argmax*

(*vector-argmax* procedimiento *v*)

- Devuelve el primer elemento del vector “v” que maximiza el procedimiento.

- Ejemplo

(*vector-argmax* *vector-length*

#(#("Juan") #("Ana" "Pablo") #("Luis")))

→ *#("Ana" "Pablo")*

1. Vectores

- Procedimientos especiales de Racket/Vector

- *vector-member*

(*vector-member* valor v)

- Devuelve el índice del primer elemento del vector “v” que es igual que el *valor* indicado usando el predicado *equal*?
 - En caso contrario, devuelve falso (*#f*)

- Ejemplo

(*define* v #(1 0 3 2))

(*vector-member* 2 v) → 3

(*vector-member* 9 v) → *#f*

1. Vectores

- Procedimientos especiales de Racket/Vector
 - *vector-memv*, *vector-memq*
 - Tienen un funcionamiento similar a *vector-member*
 - Utilizan el predicado *eqv?* y *eq?*, respectivamente

1. Vectores

- Definición y ejemplos
- Predicado
- Igualdad
- Longitud
- Creación
- Acceso a un elemento
- Modificación de un elemento
- Conversión entre vector y lista
- Otros procedimientos
- Procedimientos especiales de racket/vector
- Ejemplos de uso de vectores

1. Vectores

- Ejemplos de uso de vectores

- *Máximo de un vector: versión iterativa*

```
(define (maximo-vector v)
```

```
  (do
```

```
    (
```

```
      (n      (- (vector-length v) 1))
```

```
      (i      1      (+ i 1))
```

```
      (maximo (vector-ref v 0) (if (< maximo (vector-ref v i))
```

```
                                (vector-ref v i)
```

```
                                maximo)
```

```
    )
```

```
  )
```

```
;; Condición de salida
```

```
((> i n) maximo)
```

```
;; No hay cuerpo del bucle
```

```
)
```

```
)
```

```
;; Ejemplo de llamada a la función
```

```
(maximo-vector #(1 2 3 4 3 2 1)) → 4
```

1. Vectores

- Ejemplos de uso de vectores
 - *Máximo de un vector: usando vector-argmax*
(require racket/vector)

(vector-argmax (lambda (x) x) #(1 2 3 4 3 2 1)) → 4

1. Vectores

- Ejemplos de uso de vectores

```
(define (ver-vector v)
  (do
    (
      (i      0      (+ i 1))
      (longitud (vector-length v))
    )
    ;; Condición de salida
    ((>= i longitud) (newline))
    ;; Cuerpo del bucle
    (display " ")
    (display (vector-ref v i))
    (display " ")
  )
)
```

1. Vectores

- Ejemplos de uso de vectores

```
(define (ver-matriz m)  
  (do  
    (  
      (i      0      (+ i 1))  
      (filas (vector-length m))  
    )  
    ;; Condición de salida  
    ((>= i filas) (newline))  
    ;; Cuerpo del bucle  
    (newline)  
    (ver-vector (vector-ref m i))  
  )  
)
```


1. Vectores

- Ejemplos de uso de vectores
 - Véase el fichero *producto-matrices.rkt*

Índice

1. Vectores
2. Pares
3. Listas
4. Funciones con parámetros obligatorios u opcionales

2. Pares

- Definición
- Creación
- Predicado
- Acceso
- Modificación

2. Pares

- Definición
- Creación
- Predicado
- Acceso
- Modificación

2. Pares

- Definición

- Par punteado o *dotted pair*

- Registro compuesto por dos atributos denominados *car* y *cdr*

(car . cdr)

- Reseña histórica

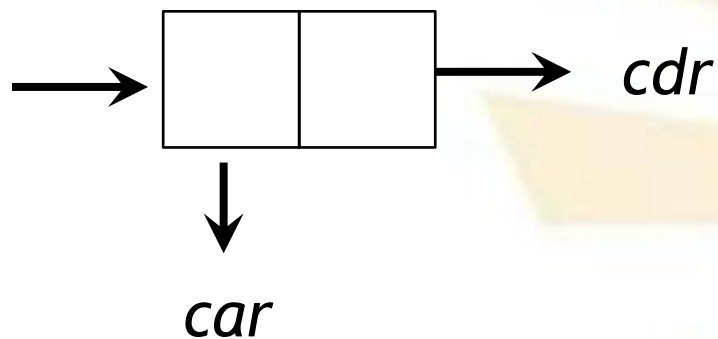
- ✓ Los nombres *car* y *cdr* provienen de su implementación en un computador IBM 704:

- ✓ *car*: content of the address portion of a register.

- *cdr*: content of the decrement portion of a register.

2. Pares

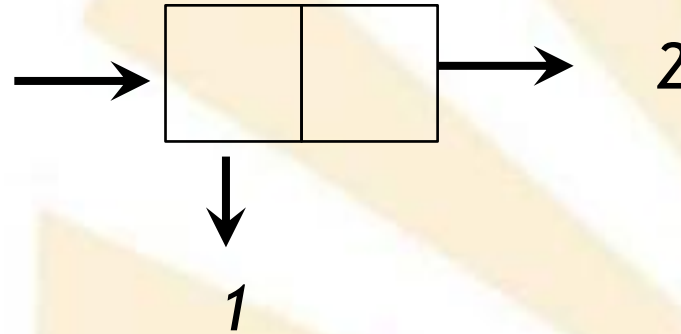
- Definición
 - Par punteado o *dotted pair*
 - Registro compuesto por dos atributos denominados *car* y *cdr*
 $(car \ . \ cdr)$
 - Representación gráfica



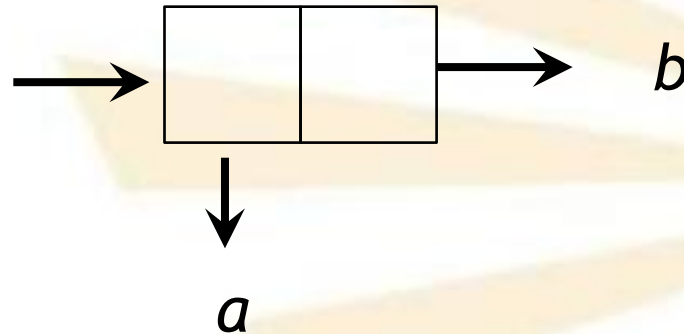
2. Pares

- Definición
 - Ejemplos

$(1 \cdot 2)$



$(a \cdot b)$



2. Pares

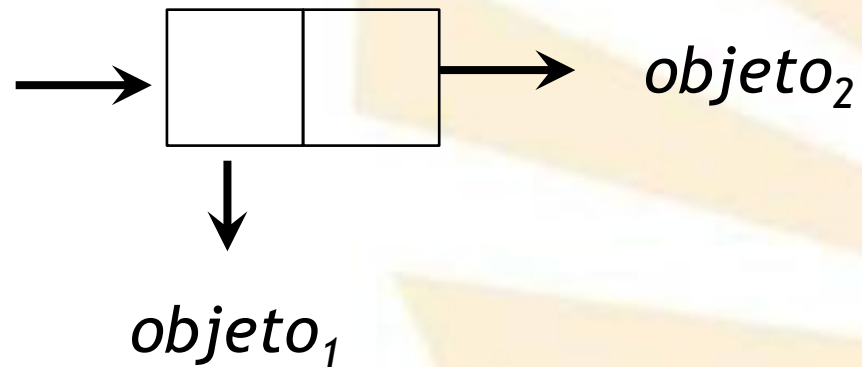
- Definición
- Creación
- Predicado
- Acceso
- Modificación

2. Pares

- Creación

(*cons* objeto₁ objeto₂)

→ (objeto₁ . objeto₂)

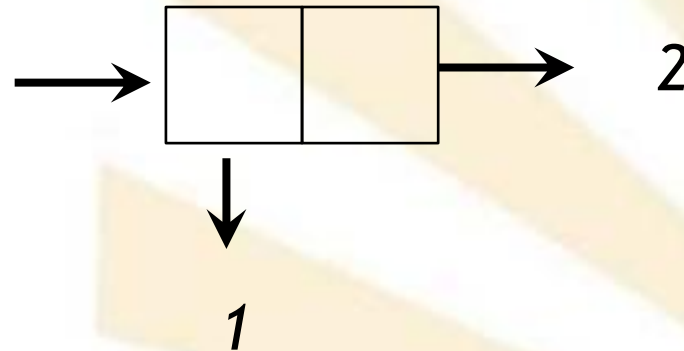


2. Pares

- Creación
 - Ejemplo (1/9)

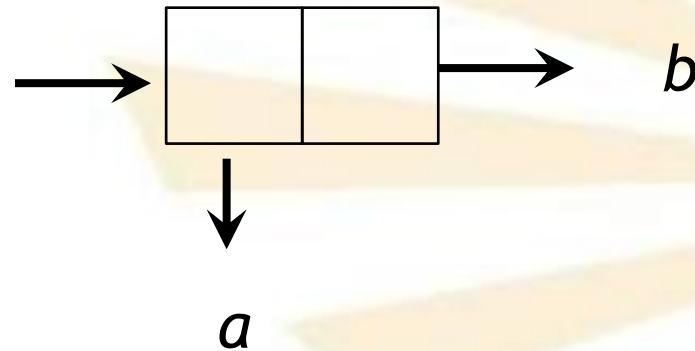
(cons 1 2)

→ *(1 . 2)*



(cons 'a 'b)

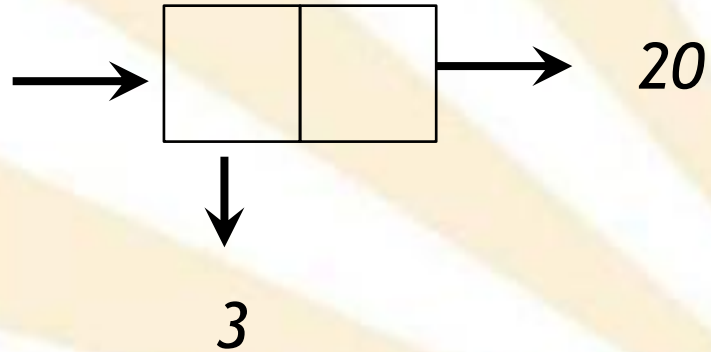
→ *(a . b)*



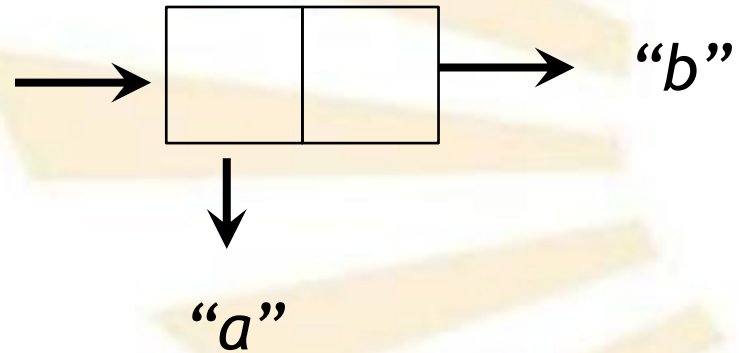
2. Pares

- Creación
 - Ejemplo (2/9)

(cons 3 (4 5))*
→ *(3 . 20)*



(cons "a" "b")
→ *("a" . "b")*



2. Pares

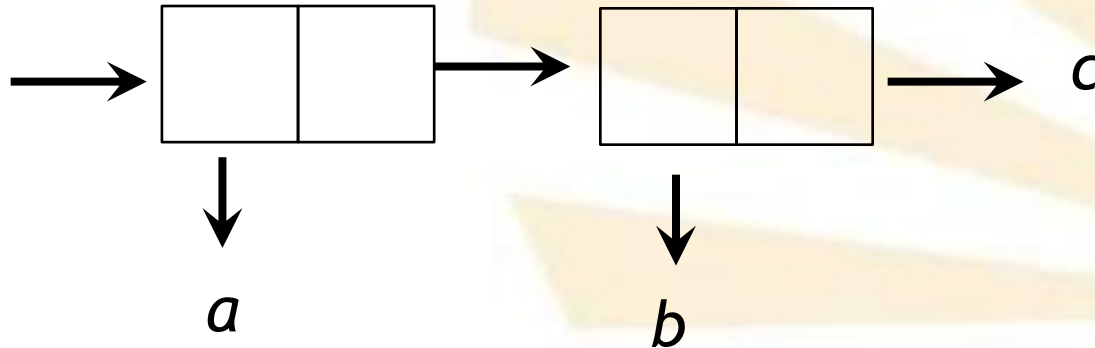
- Creación

- Ejemplo (3/9)

$(cons\ 'a\ (cons\ 'b\ 'c))$

$\rightarrow (a\ b\ .\ c)$

Equivalente a: $(a\ .\ (b\ .\ c))$

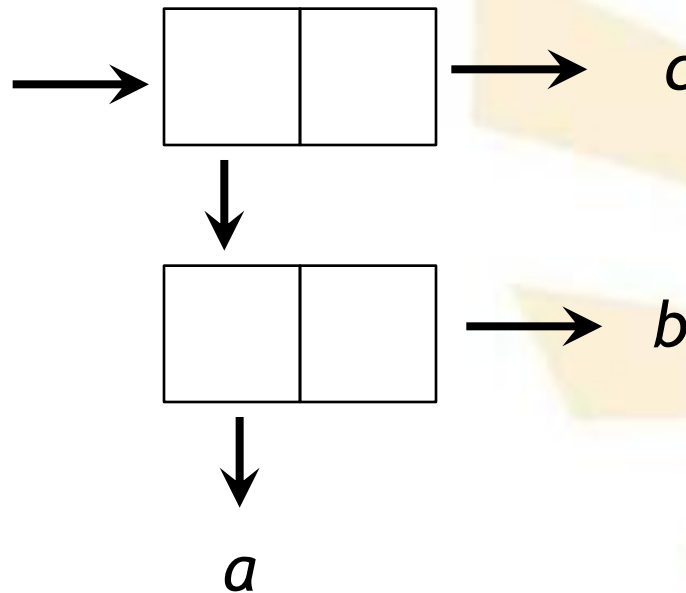


2. Pares

- Creación

- Ejemplo (4/9)

(cons (cons 'a 'b) 'c)
→ *((a . b) . c)*

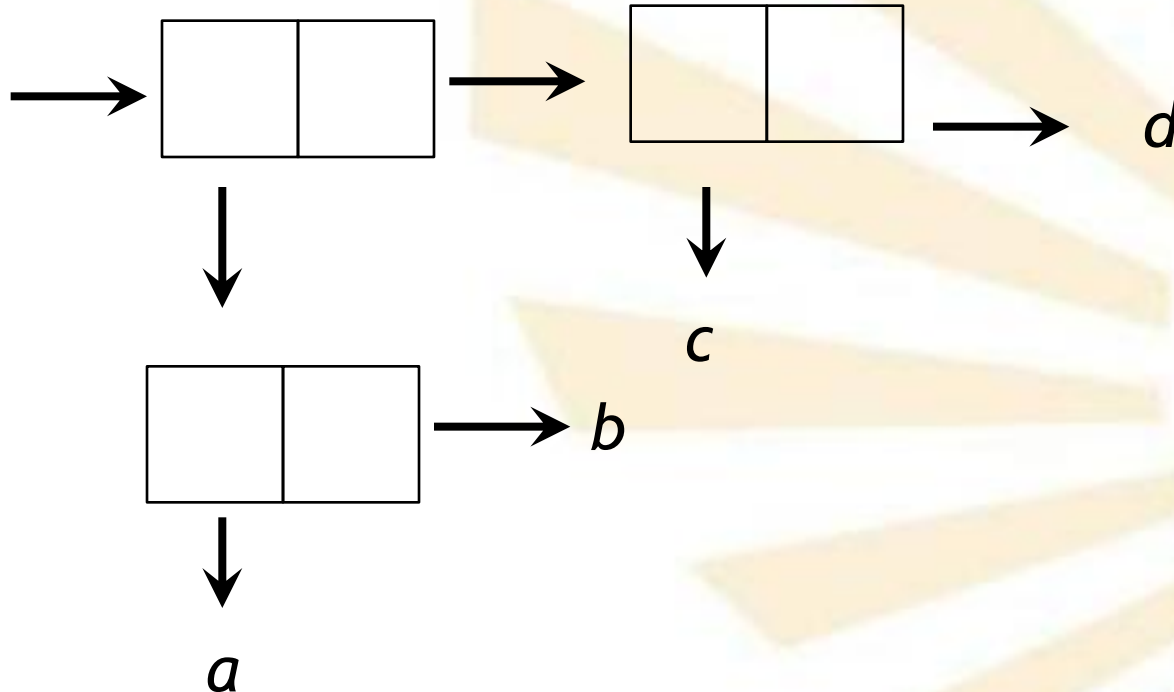


2. Pares

- Creación
 - Ejemplo (5/9)

$(cons (cons 'a 'b) (cons 'c 'd))$
 $\rightarrow ((a . b) c . d)$

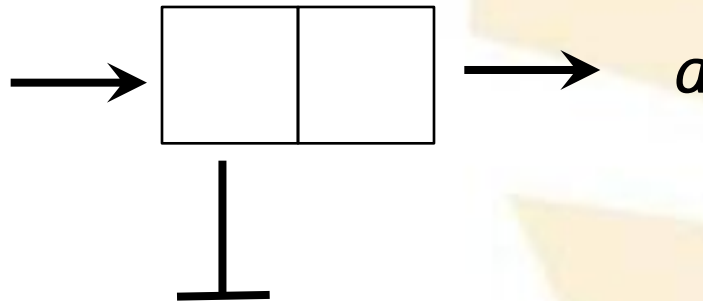
Equivalente a: $((a . b) . (c . d))$



2. Pares

- Creación
 - Ejemplo (6/9)

$(cons\ '()\ 'a)$
 $\rightarrow ('() . a)$



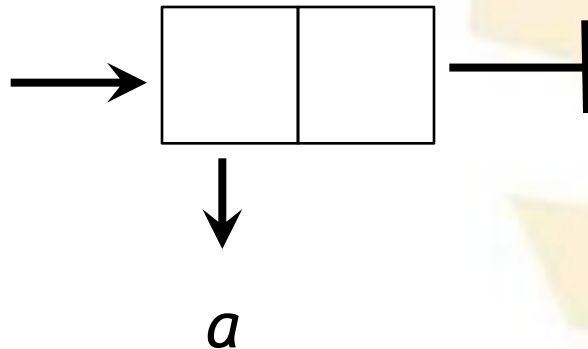
$()$: lista vacía

2. Pares

- Creación
 - Ejemplo (7/9)

(cons 'a '())
→ *(a)*

Equivalente a: *(a . ())*



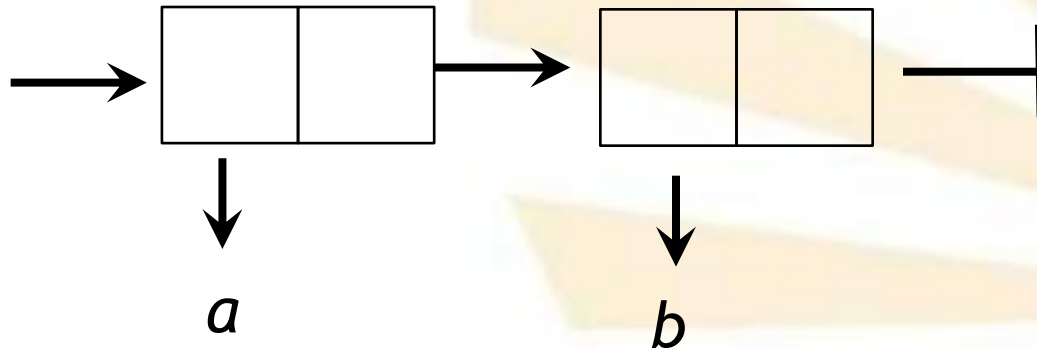
Es una lista

2. Pares

- Creación
 - Ejemplo (7/9)

$(cons\ 'a\ (cons\ 'b\ '()))$
 $\rightarrow (a\ b)$

Equivalente a: $(a . (b . ()))$



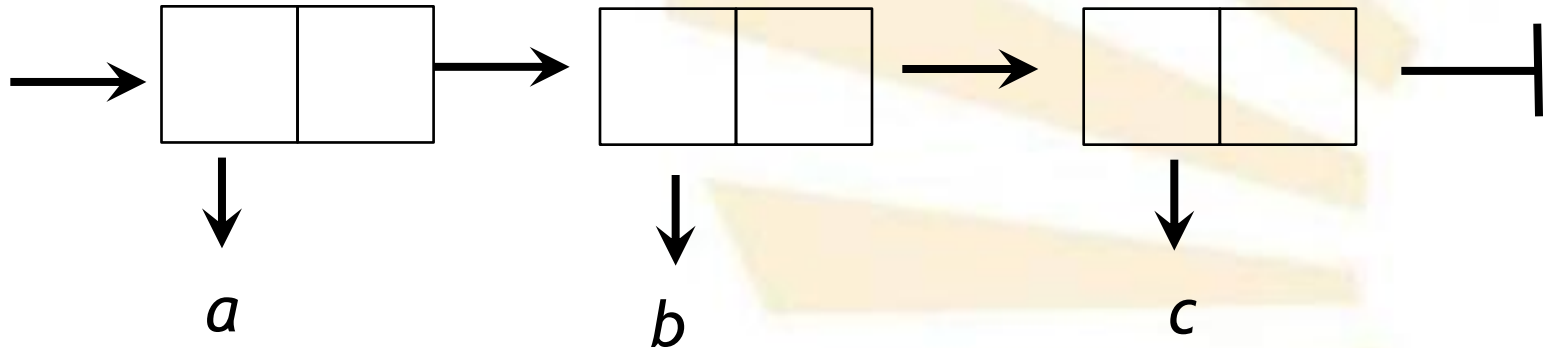
Es una lista

2. Pares

- Creación
 - Ejemplo (9/9)

`(cons 'a (cons 'b (cons 'c '())))`
→ `(a b c)`

Equivalente a: `(a . (b . (c . ())))`



Es una lista

2. Pares

- Definición
- Creación
- Predicado
- Acceso
- Modificación

2. Pares

- Predicado

- *pair?*

(pair? objeto)

- Devuelve verdadero (*#t*) si el objeto es un par
- En caso contrario; devuelve falso (*#f*)

- Ejemplos

(pair? ()) → *#f*

(pair? '(a . b)) → *#t*

(pair? (cons 'a 'b)) → *#t*

2. Pares

- Definición
- Creación
- Predicado
- Acceso
- Modificación

2. Pares

- **Acceso**
 - *car*
 - *cdr*

2. Pares

- Acceso

- *car*

- (*car* par)

- Devuelve el primer atributo del par

- *cdr*

- (*cdr* par)

- Devuelve el segundo atributo del par

2. Pares

- Acceso
 - Ejemplos

(define par (cons 'a 'b))

par → *(a . b)*

(car par) → *a*

(cdr par) → *b*

2. Pares

- Definición
- Creación
- Predicado
- Acceso
- **Modificación**

2. Pares

- **Modificación**
 - *set-car!*
 - *set-cdr!*

2. Pares

- Modificación

- *set-car!*

- (*set-car!* par valor)

- Modifica el primer atributo del par
 - No devuelve ningún resultado

- *set-cdr!*

- (*set-cdr!* par valor)

- Modifica el segundo atributo del par
 - No devuelve ningún resultado

2. Pares

- Modificación
 - Ejemplos

(define par (cons 'a 'b))

par → (a . b)

(set-car! par 'c)

par → (c . b)

(set-cdr! par d)

par → (c . d)

2. Pares

- **Modificación**
 - **Observación**
 - **set-car!** y **set-cdr!** **no funcionan** con el lenguaje “Muy Grande” o “Pretty Big”
 - Se deben usar “pares mutables”

Más información:

<https://docs.racket-lang.org/reference/mpairs.html>

2. Pares

- **Modificación**

- **Observación**

- **Uso de mcons, set-mcar! y set-mcdr!** con el lenguaje “Muy Grande” o “Pretty Big”

- ;; Biblioteca para pares "mutables"

- (require scheme/mpair)

- (define par (mcons 1 2))

- par → {1 . 2}

- (set-mcar! par 11)

- par → {11 . 2}

- (set-mcdr! par 12)

- par → {11 . 12}

- (set-mcdr! par '())

- par → {11}

Índice

1. Vectores
2. Pares
3. Listas
4. Funciones con parámetros obligatorios u opcionales

3. Listas

- Definición
- Creación
- Longitud
- Predicados
- Igualdad
- Acceso
- Modificación
- Búsqueda
- Conversión entre vector y lista
- Filtrar
- Ordenar
- Procesar
- Procedimientos de racket/list
- Ejemplos de uso de listas

3. Listas

- Definición
- Creación
- Longitud
- Predicados
- Igualdad
- Acceso
- Modificación
- Búsqueda
- Conversión entre vector y lista
- Filtrar
- Ordenar
- Procesar
- Procedimientos de racket/list
- Ejemplos de uso de listas

3. Listas

- **Definición**
 - Definición recursiva
 - Definición literal

3. Listas

- Definición
 - Definición recursiva
 - La lista vacía `()` es una lista
 - Si `"l"` es una lista entonces cualquier par cuyo campo *cdr* sea `"l"` también es una lista.
(objeto . l)

3. Listas

- Definición
 - Definición recursiva
 - Comentarios
 - ✓ Una **lista** es un encadenamiento de pares que **finaliza** en la **lista vacía**.
 - ✓ Un encadenamiento de pares que **no** finaliza en la lista vacía se denomina “**lista impropia**”.

3. Listas

- **Definición**
 - **Definición literal**
 - Una **lista** está compuesta por
 - ✓ un paréntesis izquierdo,
 - ✓ una sucesión de átomos y listas
 - ✓ y de un paréntesis derecho.

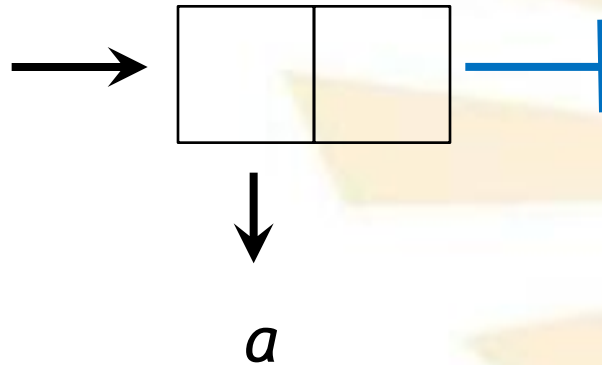
3. Listas

- Definición
 - Ejemplos

$()$



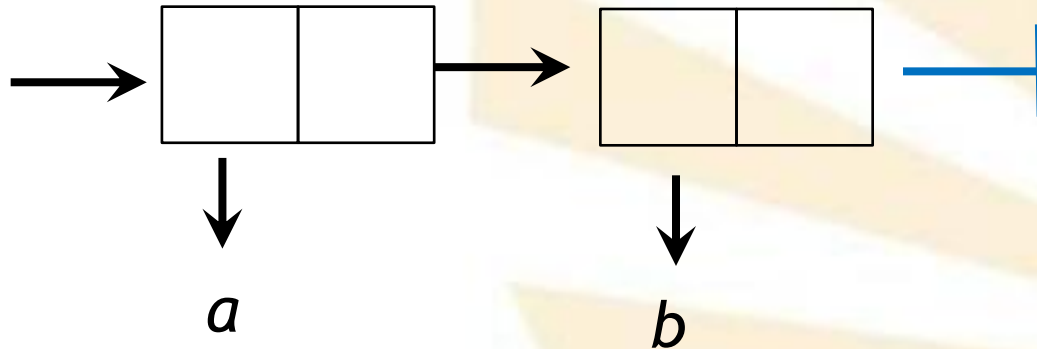
$$(a \cdot ()) \equiv (a)$$



3. Listas

- Definición
 - Ejemplos

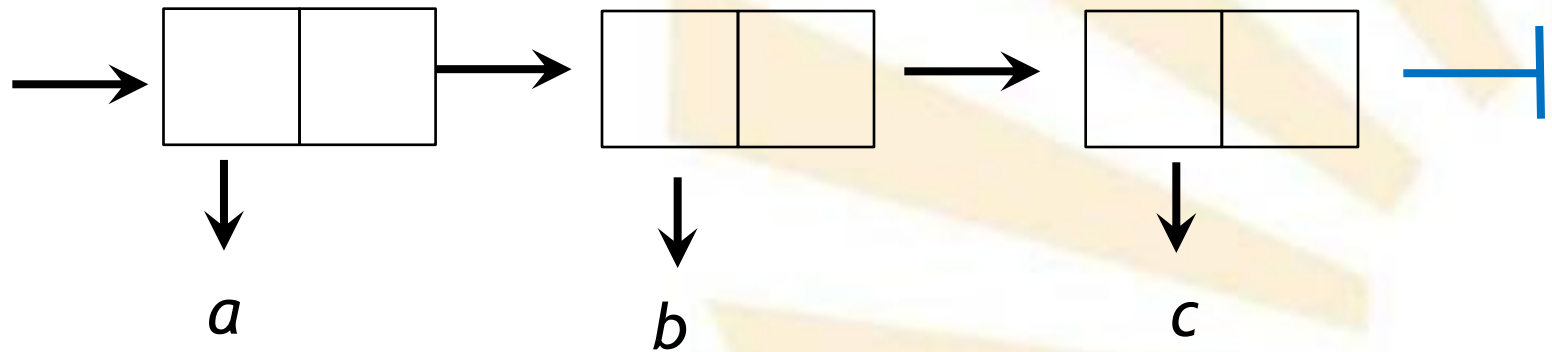
$$(a \cdot (b \cdot ())) \equiv (a \ b)$$



3. Listas

- Definición
 - Ejemplos

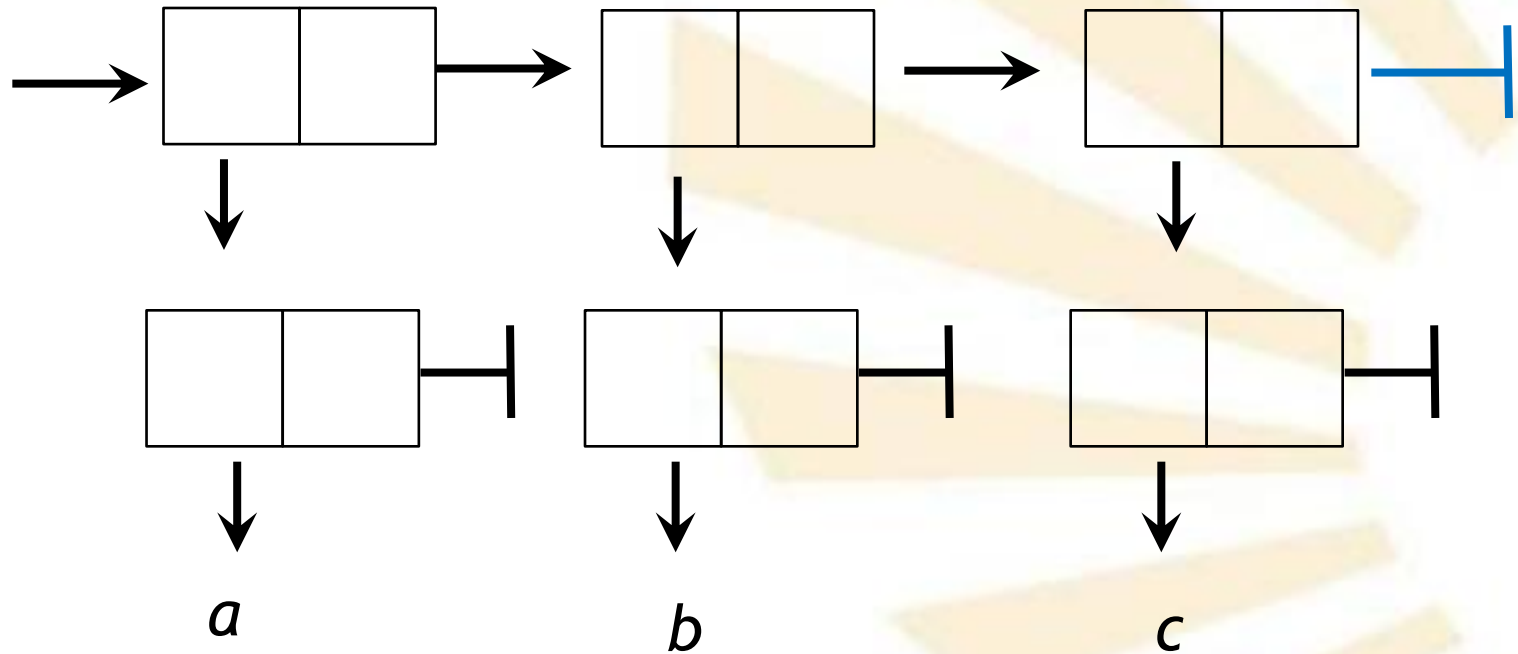
$$(a . (b . (c . ()))) \equiv (a b c)$$



3. Listas

- Definición
 - Ejemplos

$$((a \cdot ()) \cdot ((b \cdot ()) \cdot ((c \cdot ()) \cdot ()))) \equiv ((a) (b) (c))$$

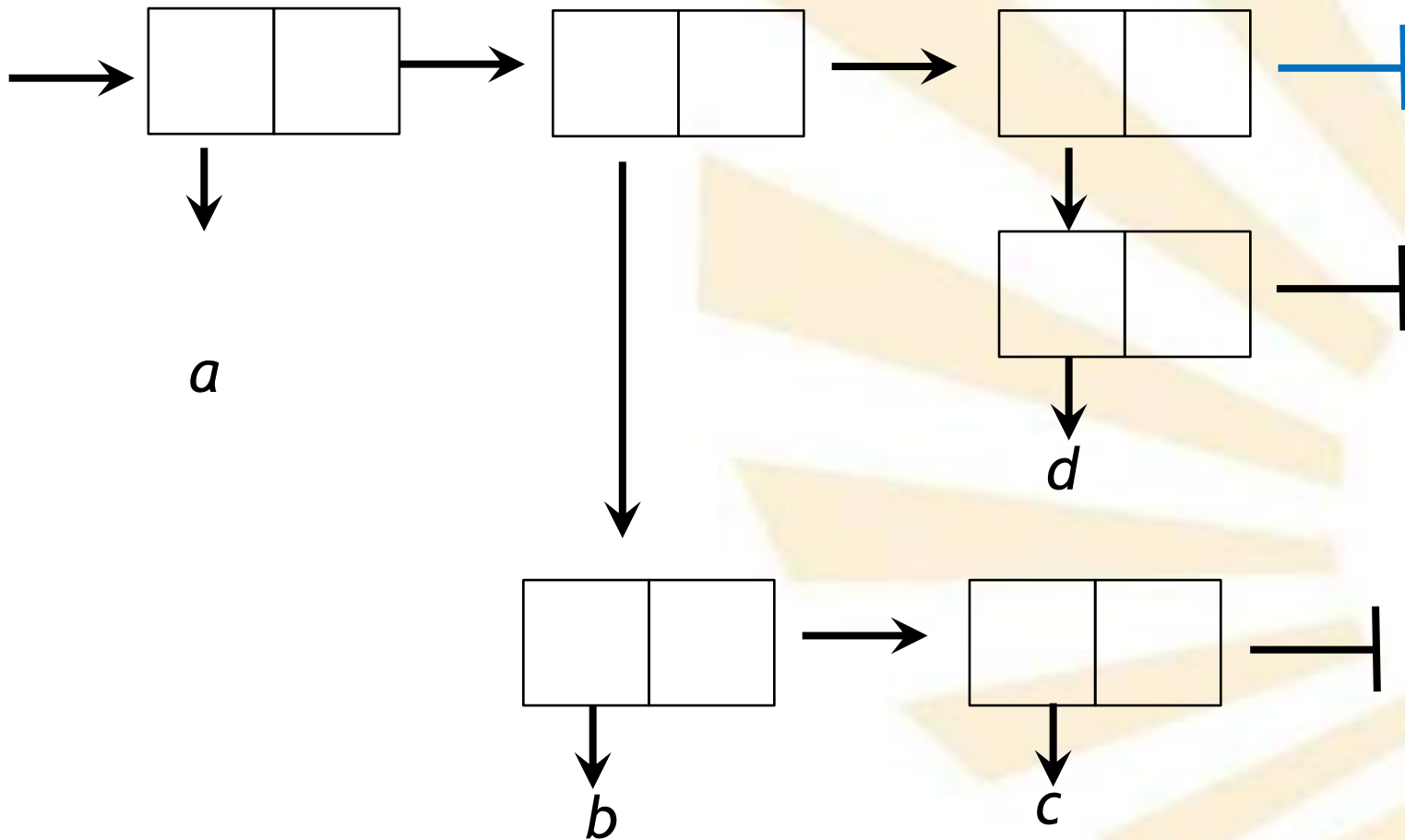


3. Listas

- Definición

- Ejemplos

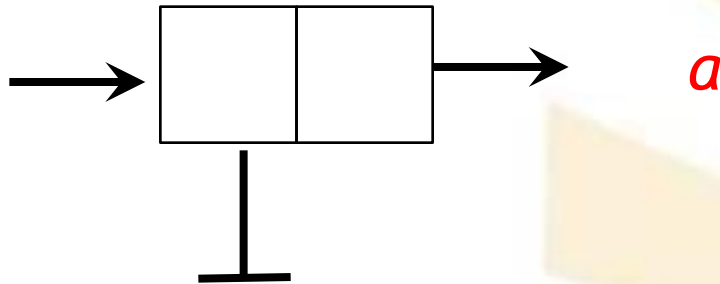
$$(a \cdot ((b \cdot (c \cdot ())) \cdot ((d \cdot ()) \cdot ()))) \equiv (a (b c) d)$$



3. Listas

- Definición
 - Ejemplos de pares que **no** son listas

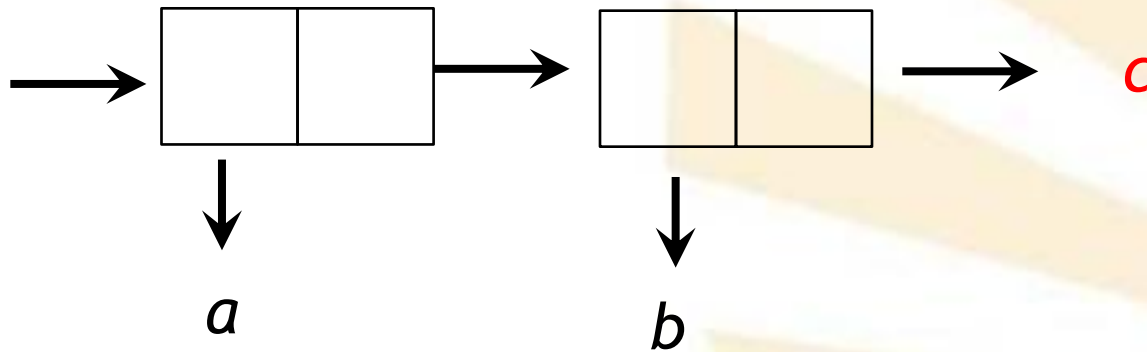
$(() \cdot a)$



3. Listas

- Definición
 - Ejemplos de pares que **no** son listas

$$(a . (b . c)) \equiv (a b . c)$$



3. Listas

- Definición
- Creación
- Longitud
- Predicados
- Igualdad
- Acceso
- Modificación
- Búsqueda
- Conversión entre vector y lista
- Filtrar
- Ordenar
- Procesar
- Procedimientos de racket/list
- Ejemplos de uso de listas

3. Listas

- Creación
 - *cons*
 - *list*
 - *list**
 - *append*
 - *reverse*
 - *build-list*

3. Listas

- Creación

- *cons*

- (*cons* objeto *lista*)

- *Ejemplos*

- (*cons* 1 '())
→ (1)

- (*cons* 'a (list 'b 'c 'd))
→ (a b c d)

3. Listas

- Creación

- *list*

(list [objeto₀ objeto₁ ... objeto_{n-1}])

→ *(objeto₀ objeto₁ ... objeto_{n-1})*

que es equivalente a

(objeto₀ . (objeto₁ . (... (objeto_{n-1} . ())....)))

3. Listas

- Creación

- *list*

- Ejemplos

(list)

→ *()*

(list 1 2 3)

→ *(1 2 3)*

(list "Pedro" "Ana" "Miguel")

→ *("Pedro" "Ana" "Miguel")*

(list (list 1 2) (list 3 4))

→ *((1 2) (3 4))*

3. Listas

- Creación

- *list*

- Ejemplos

(list 'a)
→ *(a)*

(list 'a 'b)
→ *(a b)*

(list 'a 'b 'c)
→ *(a b c)*

(list 'a (3 4) "c")*
→ *(a 12 "c")*

3. Listas

- Creación

- *list**

(list [objeto₀ objeto₁ ... objeto_{n-1}] cola)*

→ *(objeto₀ objeto₁ ... objeto_{n-1} . cola)*

- Funcionamiento similar a *list*, pero el último argumento es usado como *cola* de la lista creada.

3. Listas

- Creación
 - *list**
 - Ejemplos

(list 1 2)*
→ (1 . 2)

No es una lista

(list 1 2 (list 3 4))*
→ (1 2 3 4)

3. Listas

- Creación

- *append*

(*append lista₁ [lista₂ ... lista_n]*)

- Crea una nueva lista con la concatenación de los elementos de las listas *lista₁, lista₂, ..., y lista_n*.

3. Listas

- Creación
 - *append*
 - Ejemplos

```
(define lista1 '(1 2 3))
```

```
(define lista2 '(5 6 7))
```

```
(append lista1 lista2) → (1 2 3 5 6 7)
```

```
(append '((a 1) (b 2)) '((c 3) (d 4)))
```

```
→ '((a 1) (b 2) (c 3) (d 4))
```

3. Listas

- Creación
 - *append*
 - Ejemplos

(append '(a) '(b))
→ *(a b)*

(append '((a)) '((b)))
→ *((a) (b))*

(append '(a) '((b) c d))
→ *(a (b) c d)*

(append '(a (b)) '(c d))
→ *(a (b) c d)*

3. Listas

- Creación

- *reverse*

(reverse lista)

- Crea una nueva lista con los elementos de la *lista* dispuestos en orden inverso
 - Solamente invierte los elementos del primer nivel

- Ejemplos

(reverse '(a b c))
→ *(c b a)*

(reverse '((a b) (c) (d e)))
→ *((d e) (c) (a b))*

3. Listas

- Creación

- *build-list*

(*build-list* *n* *procedimiento*)

- Crea una nueva lista compuesta por los resultados obtenidos al aplicar el **procedimiento** a los valores comprendidos entre 0 y $n-1$

- Ejemplos

(*build-list* 4 *sqrt*)

→ (0 1 1.4142135623730951 1.7320508075688772)

3. Listas

- Definición
- Creación
- Longitud
- Predicados
- Igualdad
- Acceso
- Modificación
- Búsqueda
- Conversión entre vector y lista
- Filtrar
- Ordenar
- Procesar
- Procedimientos de racket/list
- Ejemplos de uso de listas

3. Listas

- Longitud

- *length*

(length lista)

- Devuelve el número de elementos de la *lista*

- Ejemplos

(length ())
→ 0

(length '(a b c))
→ 3

(length '((a b c) (d e f)))
→ 2

3. Listas

- Definición
- Creación
- Longitud
- Predicados
- Igualdad
- Acceso
- Modificación
- Búsqueda
- Conversión entre vector y lista
- Filtrar
- Ordenar
- Procesar
- Procedimientos de racket/list
- Ejemplos de uso de listas

3. Listas

- Predicados
 - *list?*
 - *null?*

3. Listas

- Predicados

- *list?*

(list? objeto)

- Indica si un objeto es o no una lista.

- Ejemplos

(list? ()) → #t

(list? '(a)) → #t

(list? '(a (b c) d)) → #t

(list? '(() . a)) → #f

(define lista (list 'a 'b 'c 'd))

(list? lista) → #t

3. Listas

- Predicados

- *null?*

(null? objeto)

- Indica si un objeto es o no la lista vacía

- Ejemplos

(null? ()) → #t

(null? '(a)) → #f

(null? '(a (b c) d)) → #f

(define lista (list 'a 'b 'c 'd))

(null? lista) → #f

3. Listas

- Definición
- Creación
- Longitud
- Predicados
- Igualdad
- Acceso
- Modificación
- Búsqueda
- Conversión entre vector y lista
- Filtrar
- Ordenar
- Procesar
- Procedimientos de racket/list
- Ejemplos de uso de listas

3. Listas

- Igualdad

(equal? lista1 lista2)

- Será verdadero (*#t*) si y solamente si las dos listas tienen la misma longitud y los mismos elementos
- En caso contrario, será falso (*#f*).

- Ejemplo

(equal? '(1 2 3) (list1 2 3)) → #t

3. Listas

- Definición
- Creación
- Longitud
- Predicados
- Igualdad
- Acceso
- Modificación
- Búsqueda
- Conversión entre vector y lista
- Filtrar
- Ordenar
- Procesar
- Procedimientos de racket/list
- Ejemplos de uso de listas

3. Listas

- Acceso
 - *car* y *cdr*
 - *list-ref*
 - *list-tail*

3. Listas

- Acceso
 - *car* y *cdr*
 - Ejemplos

```
(define lista1 (list 'a 'b 'c 'd))  
(define lista2 (list 'e))
```

```
(car lista1) → a  
(cdr lista1) → (b c d)
```

```
(car lista2) → e  
(cdr lista2) → ()
```

3. Listas

- Acceso

- *car* y *cdr*

- Ejemplos: **combinación** de *car* y *cdr*

- lista1* → (a b c d)

- Segundo elemento de la lista

- (car (cdr lista1))* → b

- Tercer elemento

- (car (cdr (cdr lista1)))* → c

- Último elemento

- (car (reverse lista1))* → d

3. Listas

- Acceso
 - *car* y *cdr*
 - Ejemplos

Abreviaturas de combinación de *car* y *cdr*

- Segundo elemento de la lista

(cadr lista1) → *b*

- Tercer elemento de la lista

(caddr lista1) → *c*

3. Listas

- Acceso
 - *car* y *cdr*
 - Ejemplos

Abreviaturas de combinación de *car* y *cdr*

```
(define lista (list '(a b) '(c d e) '(f g)))  
lista
```

```
→ ((a b) (c d e) (f g))
```

```
(cddr lista)  
→ ((f g))
```

```
(cdar lista)  
→ (b)
```

```
(cadadr lista)  
→ d
```

3. Listas

- Acceso

- *list-ref*

(*list-ref* lista n)

- Devuelve el elemento de la lista que ocupa la posición “n”
 - ✓ $n \in \{0, 1, \dots, \text{longitud de la lista} - 1\}$

3. Listas

- Acceso

- *list-ref*

- Ejemplos

(define lista (list 'a 'b 'c 'd))

lista → *(a b c d)*

(list-ref lista 0) → *a*

(list-ref lista 3) → *d*

(list-ref lista (- (length lista) 1)) → *d*

(list-ref lista 4) → *Error*

3. Listas

- Acceso
 - *list-ref*
 - Definición equivalente

```
(define (list-ref-equivalente l n)
  (if (zero? n)
      (car l)
      (list-ref-equivalente (cdr l) (- n 1))
  )
)
```

Función recursiva de cola

3. Listas

- Acceso

- *list-tail*

(*list-tail* lista n)

- Devuelve la lista que resulta de **eliminar** los “n” primeros elementos
 - ✓ $n \in \{0, 1, \dots, \text{longitud de la lista}\}$

3. Listas

- Acceso

- *list-tail*

- Ejemplos

(define lista (list 0 1 2))

(list-tail lista 0) → (0 1 2)

(list-tail lista 1) → (1 2)

(list-tail lista 2) → (2)

(list-tail lista 3) → ()

(list-tail lista 4) → Error

3. Listas

- Acceso
 - *list-tail*
 - Definición **equivalente**

```
(define (list-tail-equivalente l n)
  (if (zero? n)
      l
      (list-tail-equivalente (cdr l) (- n 1))
  )
)
```

Función recursiva de cola

3. Listas

- Definición
 - Creación
 - Longitud
 - Predicados
 - Igualdad
 - Acceso
 - **Modificación**
- Búsqueda
 - Conversión entre vector y lista
 - Filtrar
 - Ordenar
 - Procesar
 - Procedimientos de racket/list
 - Ejemplos de uso de listas

3. Listas

- **Modificación**
 - *set-car!*
 - *set-cdr!*

3. Listas

- Modificación

- *set-car!*

- (*set-car!* lista objeto)

- Modifica el primer elemento de la lista

- Ejemplos

- (*define* lista (*list* 0 1 2))

- lista → (0 1 2)

- (*set-car!* lista 'a)

- lista → (a 1 2)

3. Listas

- Modificación

- *set-car!*

(set-car! (list-tail lista n) objeto)

- Modifica el elemento de la lista que ocupa el lugar “n”.

3. Listas

- Modificación

- *set-car!*

(set-car! (list-tail lista n) objeto)

- Ejemplos

(define lista (list 'a 'b 'c))

(set-car! (list-tail lista 0) 0)

lista → (0 b c)

(set-car! (list-tail lista 1) 1)

lista → (0 1 c)

(set-car! (list-tail lista 2) 2)

lista → (0 1 2)

3. Listas

- Modificación

- *set-cdr!*

- (*set-cdr!* lista nueva-cola)

- Modifica la cola de la lista.
 - *nueva-cola* tiene que ser una lista.

- Ejemplos

- (*define* lista (*list* 0 1 2))

- lista*

- (*set-cdr!* lista (*list* 'c 'd))

- lista* → (0 c d)

3. Listas

- Modificación

- *set-cdr!*

- Ejemplo

(define lista (list 0 1 2))

lista

(set-cdr! lista 'b)

lista → *(0 . b)*

No es una lista

3. Listas

- Modificación
 - **Observación**
 - **set-car!** y **set-cdr!** **no funcionan** con el lenguaje “Muy Grande” o “Pretty Big”
 - Se deben usar “pares mutables”

Más información:

<https://docs.racket-lang.org/reference/mpairs.html>

3. Listas

- **Modificación**

- **Observación**

- **Uso de `mlist`, `set-mcar!` y `set-mcdr!` con el lenguaje “Muy Grande” o “Pretty Big”**

(require scheme/mpair)

;; lista creada con `mlist`

(define lista (mlist 1 2 3))

lista → {1 2 3}

;; cambio de la cabeza

(set-mcar! lista 11)

lista → {11 2 3}

;; cambio de la cola

(set-mcdr! lista (mlist 12 13))

lista → {11 12 13}

3. Listas

- Definición
- Creación
- Longitud
- Predicados
- Igualdad
- Acceso
- Modificación
- **Búsqueda**
- Conversión entre vector y lista
- Filtrar
- Ordenar
- Procesar
- Procedimientos de racket/list
- Ejemplos de uso de listas

3. Listas

- **Búsqueda**
 - *member, memv, memq, memf*
 - *find*
 - *assoc, assv, assq, assf*

3. Listas

- Búsqueda

- *member*

(*member* objeto lista)

- Localiza el **primer elemento** de la lista que es igual al *objeto* buscado usando el predicado *equal?*
- Si el objeto **pertenece** a la lista, devuelve el **resto** de la lista a partir del objeto buscado.
- En caso contrario, devuelve *#f*.
- **Observación**
 - ✓ Si el objeto aparece **varias veces** en la lista entonces tiene en cuenta su **primera aparición**.

3. Listas

- Búsqueda
 - *member*
 - Ejemplos

```
(define lista (list 'a 'b 'c 'b))  
lista → (a b c b)
```

```
(member 'b lista)  
→ (b c b)
```

```
(member 'z lista)  
→ #f
```

```
(member 'a '((a) b c))  
→ #f
```

3. Listas

- Búsqueda
 - *member*
 - Uso de *member* para definir el predicado *pertenece?*

```
(define (pertenece? x lista)
  (list? (member x lista))
)
```

```
(define lista (list 'a 'b 'c 'b))
lista → (a b c b)
```

```
(pertenece? 'b lista) → #t
(pertenece? 'z lista) → #f
```

3. Listas

- Búsqueda

- *memq*, *memv*

- Son equivalentes a *member* pero usan los predicados *eq?* y *eqv?*, respectivamente.

3. Listas

- Búsqueda

- *memf*

(*memf* predicado lista)

- Es similar a *member* pero usa un *predicado* específico que se pasa como parámetro.
- Busca el **primer elemento** de la lista que hace verdadero el *predicado*
 - ✓ Si existe, devuelve **el resto** de la lista a partir del objeto buscado.
 - ✓ En caso contrario, devuelve *#f*

3. Listas

- Búsqueda
 - *memf*
 - Ejemplos

(memf even? '(1 2 3 4 5 6))
→ *(2 3 4 5 6)*

(memf (lambda (arg) (>= arg 5))
'(0 1 2 3 4 5 7 8 9 10))

→ *(5 6 7 8 9 10 11)*

3. Listas

- Búsqueda

- *findf*

(*findf* predicado lista)

- Es similar a *memf*
- Busca el **primer elemento** de la lista que hace verdadero el *predicado*
 - ✓ Si existe, devuelve **elemento**
 - ✓ En caso contrario, devuelve **#f**

3. Listas

- Búsqueda
 - *findf*
 - Ejemplos

(findf even? '(1 2 3 4 5 6))
→ 2

*(findf (lambda (arg) (>= arg 5))
'(0 1 2 3 4 5 7 8 9 10 11))*

→ 5

3. Listas

- Búsqueda

- *assoc*

(*assoc* objeto lista-con-sublistas)

- Devuelve la primera sublista de la lista con sublistas cuyo campo *car* es el *objeto* buscado.
 - En caso contrario, devuelve *#f*

3. Listas

- **Búsqueda**
 - *assoc*
 - **Ejemplos**

```
(define lista '((a 1) (b 2) (a 3)))
```

```
lista
```

```
→ ((a 1) (b 2) (a 3))
```

```
(assoc 'a lista)
```

```
→ (a 1)
```

```
(assoc 'z lista)
```

```
→ #f
```

3. Listas

- **Búsqueda**
 - *assoc*
 - **Ejemplos**

```
(define persona  
  (  
    (nombre "Juan")  
    (apellidos "Campos" "Lara")  
    (edad 12)  
    (telefonos 957555555 655005500)  
  )  
)
```

```
(assoc 'apellidos persona)  
→ (apellidos "Campos" "Lara")
```

3. Listas

- Definición
- Creación
- Longitud
- Predicados
- Igualdad
- Acceso
- Modificación
- Búsqueda
- Conversión entre vector y lista
- Filtrar
- Ordenar
- Procesar
- Procedimientos de racket/list
- Ejemplos de uso de listas

3. Listas

- **Conversión entre vector y lista**
 - *vector->list*
 - *list->vector*

3. Listas

- Conversión entre vector y lista

- *vector->list*

- (*vector->list* v)

- v: vector

- Devuelve una lista con los elementos del vector

- Ejemplos

- (*vector->list* #(1 2 3)) → (1 2 3)

- (*vector->list* #(#(1 2) #(3 4))) → (#(1 2) #(3 4))

3. Listas

- Conversión entre vector y lista

- *list->vector*

(list->vector l)

- *l*: lista
- Devuelve un vector con los elementos de la lista

- Ejemplos

(list->vector '(1 2 3)) → #(1 2 3)

(list->vector '((1 2) (3 4))) → #((1 2) (3 4))

3. Listas

- Definición
- Creación
- Longitud
- Predicados
- Igualdad
- Acceso
- Modificación
- Búsqueda
- Conversión entre vector y lista
- Filtrar
- Ordenar
- Procesar
- Procedimientos de racket/list
- Ejemplos de uso de listas

3. Listas

- Filtrar

- *filter*

- *remove, remv, remq, remove*, remv*, remq**

3. Listas

- Filtrar

- *filter*

(filter predicado lista)

- Devuelve una *nueva lista* compuesta por los elementos de la lista que hacen *verdadero* el *predicado*.
 - Ejemplo

(define lista (list 1 2 3 4 5 6))

(filter even? lista)

→ (2 4 6)

3. Listas

- Filtrar

- *remove, remv, remq, remove*, remv*, remq**

3. Listas

- Filtrar

- *remove*

(*remove* valor lista [*predicado*])

- Devuelve una nueva lista en la que se ha **omitido** el **primer elemento** que es igual al *valor* indicado usando el *predicado*.
- El predicado es **opcional** y debe aceptar dos argumentos
- El predicado por defecto es “=”

- Ejemplos

(*remove* 2 '(1 2 3 2 1)) → (1 3 2 1)

(*remove* 2. lista =) → (1 3 2 1)

(*remove* 2. lista *equal?*) → (1 2 3 2 1)

3. Listas

- Filtrar

- *remv*

- Equivalente a
(*remove* valor lista *eqv?*)

- *remq*

- Equivalente a
(*remove* valor lista *eq?*)

3. Listas

- Filtrar

- *remove**

(*remove** lista-de-valores lista [*predicado*])

- Elimina de *lista* todos los elementos que aparecen en la *lista-de-valores*
- El predicado es **opcional** y debe aceptar dos argumentos
- El predicado por defecto es “=”

- Ejemplos

(*remove** (list 1 3) (list 1 2 3 2 1)) → (2 2)

3. Listas

- Filtrar

- *remv**

- Equivalente a

- (*remove** valor lista *eqv?*)

- *remq**

- Equivalente a

- (*remove** valor lista *eq?*)

3. Listas

- Definición
- Creación
- Longitud
- Predicados
- Igualdad
- Acceso
- Modificación
- Búsqueda
- Conversión entre vector y lista
- Filtrar
- Ordenar
- Procesar
- Procedimientos de racket/list
- Ejemplos de uso de listas

3. Listas

- Ordenar

- *sort*

(*sort* lista predicado-relacional)

- Ordena los elementos de la lista

- Ejemplos

(*sort* '(1 3 4 2) <)

→ (1 2 3 4)

(*sort* ("perro" "gato" "oso" "liebre") *string*>?)

→ ("perro" "oso" "liebre" "gato")

3. Listas

- Definición
- Creación
- Longitud
- Predicados
- Igualdad
- Acceso
- Modificación
- Búsqueda
- Conversión entre vector y lista
- Filtrar
- Ordenar
- Procesar
- Procedimientos de racket/list
- Ejemplos de uso de listas

3. Listas

- **Procesar**
 - *map, andmap, ormap*
 - *apply*
 - *for-each*
 - *foldl, foldr*

3. Listas

- Procesar
 - *map, andmap, ormap*

3. Listas

- Procesar

- *map*

(*map* procedimiento lista₁ [lista₂ ... lista_n])

- Aplica el procedimiento a los elementos de las listas.
- El procedimiento debe aceptar el mismo **número de argumentos** que el **número de listas** indicadas.
- Todas las listas deben tener el **mismo número de elementos**.
- Se devuelve una lista conteniendo los **resultados generados** por el procedimiento.

3. Listas

- Procesar

- *map*

- Ejemplos

(map equal? '(1 2 3) '(3 2 1))

→ (#f #t #f)

*(map * '(1 2 3) '(10 20 30))*

→ (10 40 90)

(map max '(7 3 8) '(8 7 0) '(6 3 9))

→ (8 7 9)

3. Listas

- Procesar

- *map*

- Ejemplos

(map cadr '((a b) (d e) (g h)))

→ *(b e h)*

(map (lambda (x) (expt x x))

'(1 2 3 4 5))

→ *(1 4 27 256 3125)*

3. Listas

- Procesar

- *andmap*

(*andmap* procedimiento lista₁ [lista₂ ... lista_n])

- Es similar a *map*, pero
 - ✓ devuelve *#f* si el procedimiento obtiene dicho resultado con una lista.
 - ✓ en caso contrario, devuelve el resultado de la última aplicación del procedimiento.

3. Listas

- Procesar
 - *andmap*
 - Ejemplos

(andmap even? '(1 2 3)) → #f

(andmap < '(1 2 3) '(10 20 30)) → #t

(andmap < '(1 2 3) '(4 0 6) '(7 8 9)) → #f

3. Listas

- Procesar

- *ormap*

(*ormap* procedimiento lista₁ [lista₂ ... lista_n])

- Es similar a *map*, pero
 - ✓ devuelve *#f* si el procedimiento obtiene dicho resultado en **todas** sus aplicaciones.
 - ✓ en caso contrario, devuelve el **primer resultado** de una aplicación del procedimiento que no sea *#f*.

3. Listas

- Procesar
 - *ormap*
 - Ejemplos

(ormap even? '(1 2 3)) → #t

(ormap = '(1 2 3) '(10 20 30)) → #f

(ormap + '(1 2 3) '(4 0 6) '(7 8 9)) → 12

3. Listas

- Procesar

- *Apply*

(*apply* procedimiento $[valor_0 \ valor_1 \ \dots \ valor_{n-1}] \ lista)$

- Ejecuta el procedimiento usando como argumentos los elementos de la lista creada con

(*list** $valor_0 \ valor_1 \ \dots \ valor_{n-1} \ lista)$

3. Listas

- Procesar
 - *apply*
 - Ejemplos

```
(apply + '(1 2 3 4 5))
```

→ 15

```
(apply + 1 2 3 '(4 5))
```

→ 15

```
(apply max 1 2 '(3 4 5 5 4 3 2 1))
```

→ 5

3. Listas

- Procesar
 - *apply*
 - Ejemplos

Sin paréntesis: función con argumentos opcionales

```
(define (componer f g)
```

```
  (lambda args
```

```
    (f (apply g args)
```

```
      )
```

```
    )
```

```
  )
```

```
((componer sqrt *) 12 75) → 30
```

3. Listas

- Procesar

- *for-each*

(*for-each* procedimiento $lista_1$ [$lista_2 \dots lista_n$])

- Es similar a *map*, pero no devuelve ningún resultado
- Se utiliza si se quieren obtener **efectos colaterales**:
 - ✓ escribir
 - ✓ modificar
 - ✓ etc.

3. Listas

- Procesar

- *for-each*

- Ejemplos

```
(define (ver-paridad dato)
```

```
  (display "El número ") (display dato) (display " es ")
```

```
  (if (even? dato) (display "par")
```

```
        (display "impar")
```

```
  )
```

```
  (newline)
```

```
)
```

```
(for-each ver-paridad '(1 2 3)) →
```

El número 1 es impar

El número 2 es par

El número 3 es impar

3. Listas

- Procesar

- *foldl*

(*foldl* procedimiento inicial lista₁ [lista₂ ... lista_n])

- Como *map*, *foldl* aplica el procedimiento a los elementos de una o más listas
 - Recorre las listas de izquierda (*left*) a derecha (de ahí la “l” final de *foldl*)
 - Observación
 - *map* devuelve el resultado en una lista.
 - *foldl* combina los valores devueltos de una forma determinada por el procedimiento.

3. Listas

- Procesar

- *foldl*

- Ejemplos

(foldl + 0 '(1 2 3)) → 6

(foldl cons '() '(1 2 3 4)) → (4 3 2 1)

(foldl (lambda (a b result)

(result (- a b)))*

1

'(1 2 3)

'(4 5 6))

→ -27

3. Listas

- Procesar

- *foldr*

(*foldr* procedimiento inicial $lista_1$ [$lista_2 \dots lista_n$])

- Como *foldl*, pero los elementos de las listas son procesados de derecha a izquierda (de ahí la “r” final de *foldr*).

- Ejemplos

(*foldr* + 0 '(1 2 3)) →

(*foldr* cons '() '(1 2 3 4)) → (1 2 3 4)

3. Listas

- Definición
- Creación
- Longitud
- Predicados
- Igualdad
- Acceso
- Modificación
- Búsqueda
- Conversión entre vector y lista
- Filtrar
- Ordenar
- Procesar
- **Procedimientos de racket/list**
- Ejemplos de uso de listas

3. Listas

- **Procedimientos de racket/list**
 - *empty, empty?, cons?*
 - *first, rest, second, third, ..., tenth*
 - *last, last-pair*
 - *make-list*
 - *take, takef, take-right, takef-right*
 - *drop, dropf, drop-right, dropf-right*
 - *split-at, splitf-at, split-at-right, splitf-at-right*
 - *add-between*
 - ...

<http://docs.racket-lang.org/reference/pairs.html>

3. Listas

- **Procedimientos de racket/list**
 - *append**, *append-map*
 - *flatten*
 - *remove-duplicates*
 - *filter-map*, *filter-not*
 - *count*
 - *partition*
 - *shuffle*
 - *argmin*, *argmax*
 - *range*

<http://docs.racket-lang.org/reference/pairs.html>

3. Listas

- Definición
- Creación
- Longitud
- Predicados
- Igualdad
- Acceso
- Modificación
- Búsqueda
- Conversión entre vector y lista
- Filtrar
- Ordenar
- Procesar
- Procedimientos de racket/list
- Ejemplos de uso de listas

3. Listas

- **Ejemplos de uso de listas**
 - Pertenece
 - Elementos
 - Contar elementos
 - Invertir

;; comprueba si x pertenece a una lista sin sublistas

(define (*pertenece?* x lista)

(cond

;; se comprueba si es una lista

((not (list? lista)) #f)

;; se comprueba si es la lista vacía

((null? lista) #f)

;; se comprueba si es igual al primer elemento

((equal? x (car lista)) #t)

;; se busca en el resto de la lista

(else (*pertenece?* x (cdr lista)))

)

)

```

;; comprueba si x pertenece a una lista con sublistas
(define (pertenece-completo? x lista)
  (cond
    ;; se comprueba si es una lista
    ((not (list? lista)) #f)
    ;; se comprueba si es la lista vacía
    ((null? lista) #f)
    ;; se comprueba si el primer elemento es una sublista
    ((list? (car lista))
     (cond
       ;; se comprueba si está en la sublista
       ((pertenece-completo? x (car lista)) #t)
       ;; se busca en el resto de la lista
       (else (pertenece-completo? x (cdr lista))))
     )
    )
    ;; se comprueba si es igual al primer elemento
    ((equal? x (car lista)) #t)
    ;; se busca en el resto de la lista
    (else (pertenece-completo? x (cdr lista)))
    )
  )
)

```

(pertenece? 'a '(b a c d e)) → #t

(pertenece? 'a '((b a) (c d e))) → #f

(pertenece-completo? 'a '(b a c d e)) → #t

(pertenece-completo? 'a '((b a) (c d e))) → #t

(define (elementos lista)

(cond

;; se comprueba si es una lista

((not (list? lista)) ())

;; se comprueba si es la lista vacía

((null? lista) ())

;; se comprueba si el primer elemento es una sublista

((list? (car lista))

;; se concatenan las listas generadas por la primera sublista

;; y el resto de la lista

(append (elementos (car lista))

(elementos (cdr lista))

)

)

;; se inserta el primer elemento en la lista generada por el resto de la lista

(else (cons (car lista)

(elementos (cdr lista))

)

)

)

)

```
(define (contar-elementos lista)
  (length (elementos lista))
)
```

```
(elementos '(a ((b c) (d e)))) → (a b c d e)
```

```
(contar-elementos '(a ((b c) (d e)))) → 5
```

```
(length '(a ((b c) (d e)))) → 2
```

(define (invertir lista)

(cond

;; se comprueba si es una lista

((not (list? lista)) ())

;; se comprueba si es la lista vacía

((null? lista) ())

;; se comprueba si el primer elemento es una sublista

((list? (car lista))

;; se concatenan las listas generadas al invertir el resto y la primera sublista

(append (invertir (cdr lista))

(list (invertir (car lista)))

)

)

;; el primer elemento se inserta al final de la lista generada

;; al invertir el resto de la lista

(else (append (invertir (cdr lista))

(list (car lista))

)

)

)

)

(define lista1 '((a b) (c d)))

(define lista2 '(a (b (c d)) (e f)))

(invertir lista1) → ((d c) (b a))

(invertir lista2) → ((f e) ((d c) b) a)

Índice

1. Vectores
2. Pares
3. Listas
4. Funciones con parámetros obligatorios u opcionales

4. Funciones con parámetros obligatorios u opcionales

- Función con un número **fijo** de parámetros **obligatorios**
- Función con un número **indeterminado** de parámetros **opcionales**
- Función con un número **fijo** de parámetros **obligatorios** y un número **indeterminado** de parámetros **opcionales**

4. Funciones con parámetros obligatorios u opcionales

- Función con un número **fijo** de parámetros **obligatorios**
- Función con un número **indeterminado** de parámetros **opcionales**
- Función con un número **fijo** de parámetros **obligatorios** y un número **indeterminado** de parámetros **opcionales**

4. Funciones con parámetros obligatorios u opcionales

- Función con un número fijo de parámetros obligatorios

```
(define (función  $x_1$  ...  $x_n$ )  
  <Cuerpo de la función>  
)
```

Forma equivalente

```
(define función  
  (lambda ( $x_1$  ...  $x_n$ )  
    <Cuerpo de la función>  
)  
)
```

4. Funciones con parámetros obligatorios u opcionales

- Función con un número fijo de parámetros obligatorios
 - Ejemplo: 4 parámetros obligatorios

```
(define (suma a b c d)
  (+ a b c d)
)
```

- o Equivalencia

```
(define suma
  (lambda (a b c d)
    (+ a b c d)
  )
)
```

- o Llamada a la función “suma”

```
(suma 1 2 3 4) → 10
```

4. Funciones con parámetros obligatorios u opcionales

- Función con un número fijo de parámetros obligatorios
- **Ejemplo:** 1 parámetro obligatorio que debe ser una *lista*

```
(define (suma-lista lista)  
  (cond  
    ((null? lista) 0)  
    (else (+ (car lista)  
              (suma-lista (cdr lista)))  
            )  
          )  
        )  
      )  
    )
```

(*suma-lista '(1 2 3 4)*) → 10

4. Funciones con parámetros obligatorios u opcionales

- Función con un número **fijo** de parámetros **obligatorios**
- Función con un número **indeterminado** de parámetros **opcionales**
- Función con un número **fijo** de parámetros **obligatorios** y un número **indeterminado** de parámetros **opcionales**

4. Funciones con parámetros obligatorios u opcionales

- Función con un número **indeterminado** de parámetros **opcionales**

Sin paréntesis: función con argumentos opcionales

```
(define función  
  (lambda lista ←  
    <Cuerpo de la función>  
  )  
)
```

○ Observaciones

- El parámetro **lista** recogerá todos los parámetros reales
- **lista** **no** está delimitada por paréntesis

4. Funciones con parámetros obligatorios u opcionales

- Función con un número indeterminado de parámetros opcionales

- Ejemplo

(suma-lista '(1 2 3 4))

Sin paréntesis: función con argumentos opcionales

```
(define suma-opcionales  
  (lambda lista  
    (suma-lista lista)  
  )  
)
```

(suma-opcionales 1 2 3 4) → 10

(suma-opcionales 1 2 3 4 5 6 7) → 28

4. Funciones con parámetros obligatorios u opcionales

- Función con un número indeterminado de parámetros opcionales

Sin paréntesis: función con argumentos opcionales

- Ejemplo

```
(define (componer f g)
```

```
  (lambda args
```

```
    (f (apply g args) )
```

```
  )
```

```
)
```

```
((componer sqrt *) 4 9 16 25) → 120
```

4. Funciones con parámetros obligatorios u opcionales

- Función con un número **fijo** de parámetros **obligatorios**
- Función con un número **indeterminado** de parámetros **opcionales**
- Función con un número **fijo** de parámetros **obligatorios** y un número **indeterminado** de parámetros **opcionales**

4. Funciones con parámetros obligatorios u opcionales

- Función con un número fijo de parámetros obligatorios y un número indeterminado de parámetros opcionales

(*define* función

(*lambda* ($x_1 \dots x_n$. *lista*)
<Cuerpo de la función>

)
)

Punto imprescindible

○ Observaciones

- Los parámetros obligatorios se almacenan en parámetros formales $x_1 \dots x_n$
- Los parámetros opcionales se almacenan en la *lista*
- El punto . situado entre x_n y *lista* es imprescindible y ha de estar separado de los argumentos

4. Funciones con parámetros obligatorios u opcionales

- Función con un número **fijo** de parámetros **obligatorios** y un número **indeterminado** de parámetros **opcionales**

- **Ejemplo**

```
(define suma-mixta
```

```
  (lambda (a b c . lista)
```

```
    (+ a b c (suma-lista lista))
```

```
  )
```

```
)
```

```
(suma-mixta 1 2 3) → 6
```

```
(suma-mixta 1 2 3 4) → 10
```

```
(suma-mixta 1 2 3 4 5 6 7) → 28
```



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE CÓRDOBA

DEPARTAMENTO DE
INFORMÁTICA Y ANÁLISIS NUMÉRICO

PROGRAMACIÓN DECLARATIVA

INGENIERÍA INFORMÁTICA

CUARTO CURSO

PRIMER CUATRIMESTRE

Tema 5.- Tipos de datos compuestos

