



SEMANTICA OPERACIONAL

REPASO CLASE ANTERIOR

REPASO CLASE ANTERIOR

- Definición de Semántica
 - Semántica Estática
 - Formal: Gramática de Atributos
 - Semántica Dinámica
 - Formal: Semántica Axiomática – Semántica Denotacional
 - No Formal: Semántica Operacional
- Procesamiento de los lenguajes
 - Traductores
 - Intérpretes
 - Compiladores
 - Proceso del compilador
 - Análisis: Léxico, Sintáctico, Semántica Estática
 - Síntesis: Optimización, Generación del código





SEMANTICA OPERACIONAL

ENTIDADES CON LAS QUE TRABAJAN LOS PROGRAMAS

SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

ENTIDAD

- Variable
- Rutina
- Sentencia

ATRIBUTO

- nombre, tipo, área de memoria, etc
- nombre, parámetros formales, parámetros reales, etc
- acción asociada

DESCRIPTOR: lugar donde se almacenan los atributos



CONCEPTO DE LIGADURA (BINDING)

Los programas trabajan con **entidades**



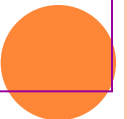
Las entidades tienen **atributos**



Estos atributos tienen que establecerse antes de poder usar la entidad



LIGADURA: es la asociación entre la entidad y el atributo



LIGADURA

Diferencias entre los lenguajes de programación

- El número de **entidades**
- El número de **atributos** que se les pueden ligar
- El **momento** en que se hacen las ligaduras (**binding time**).
- La **estabilidad** de la ligadura: una vez establecida se puede modificar?



MOMENTO DE LIGADURA

- Definición del lenguaje
- Implementación del lenguaje
- Compilación (procesamiento)
- Ejecución



E
S
T
A
T
I
C
O



D
I
N
A
M
I
C
O



MOMENTO Y ESTABILIDAD

- Una **ligadura es estática** si se establece antes de la ejecución y no se puede cambiar. El termino estático referencia al momento del binding y a su estabilidad.
- Una **ligadura es dinámica** si se establece en el momento de la ejecución y puede cambiarse de acuerdo a alguna regla específica del lenguaje.

Excepción: constantes



MOMENTO Y ESTABILIDAD

Ejemplos:

○ En **Definición**

- Forma de las sentencias
- Estructura del programa
- Nombres de los tipos predefinidos

○ En **Implementación**

- Representación de los números y sus operaciones

○ En **Compilación**

- Asignación del tipo a las variables

En lenguaje C

int

Para denominar a los enteros

int

- Representación
- Operaciones que pueden realizarse sobre ellos

int a

- Se liga tipo a la variable



MOMENTO Y ESTABILIDAD

○ En Ejecución

- Variables con sus valores
- Variables con su lugar de almacenamiento

int a

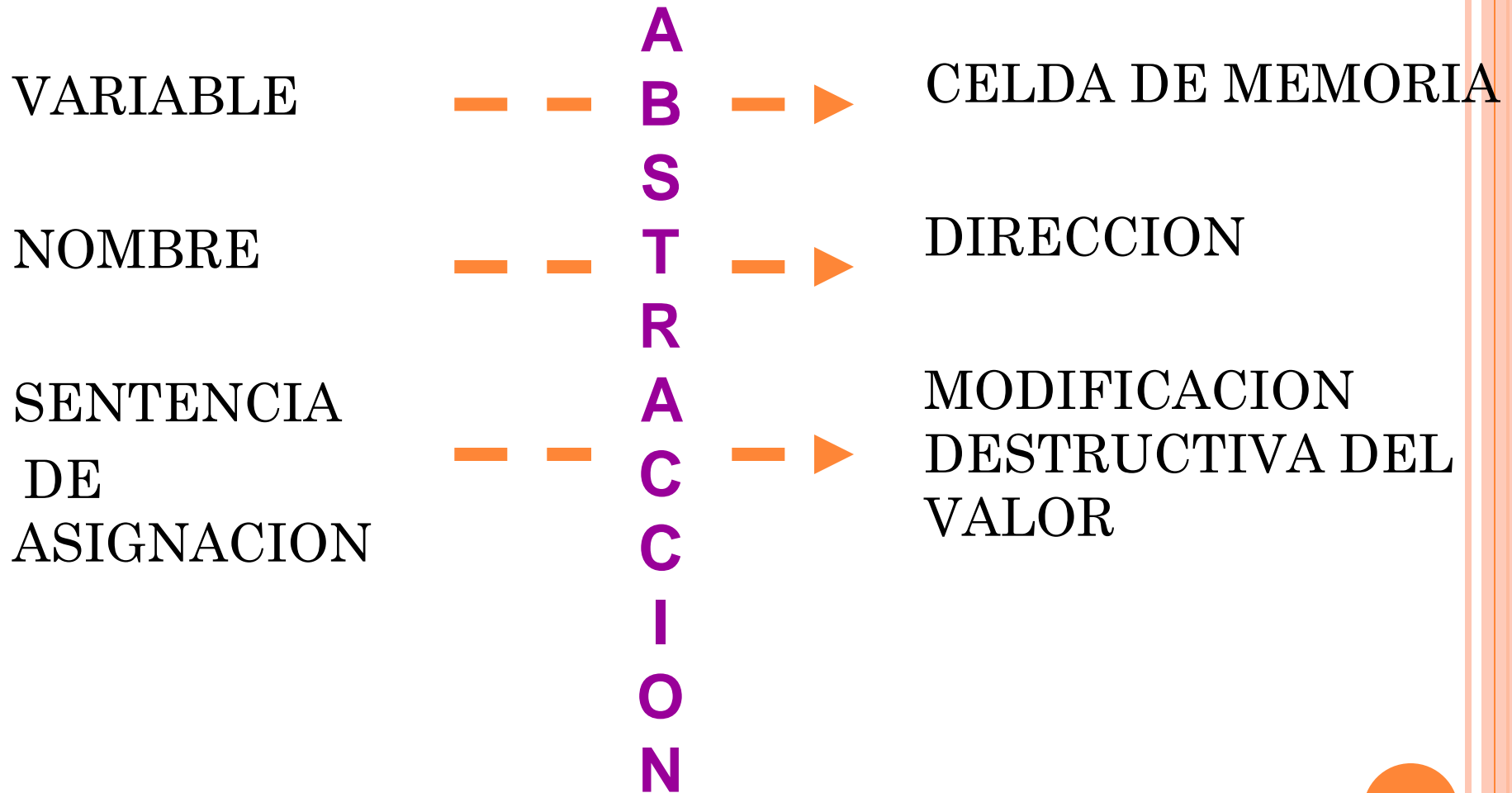
- el valor de una variable entera se liga en ejecución y puede cambiarse muchas veces.





SEMANTICA OPERACIONAL VARIABLE

VARIABLE



VARIABLES

CONCEPTO

$$\mathbf{x} = 8$$

¿Qué me dispara esa sentencia? ¿Me da alguna información? ¿Cuál?



<NOMBRE, ALCANCE, TIPO, L-VALUE, R-VALUE>

- ***Nombre:*** string de caracteres que se usa para referenciar a la variable. (**identificador**)
- ***Alcance:*** es el rango de instrucciones en el que se conoce el nombre
- ***Tipo:*** valores y operaciones
- ***L-value:*** es el lugar de memoria asociado con la variable (**tiempo de vida**)
- ***R-value:*** es el valor codificado almacenado en la ubicación de la variable



<NOMBRE, ALCANCE ,TIPO, L-VALUE, R-VALUE>

Aspectos de diseño:

- Longitud máxima

Algunos ejemplos: **Fortran**:6 **Python**: sin límite

C: depende del compilador, suele ser de 32 y se ignora si hay más

Pascal, Java, ADA: cualquier longitud

- Caracteres aceptados (**conectores**)

Ejemplo: Python, C, Pascal: _

Ruby: solo letras minúsculas para variables locales

\$ para comenzar los nombres de variables globales

- Sensitivos

Sum = sum = SUM ?

Ejemplos: C y Python sensibles a mayúsculas y minúsculas

Pascal no sensible a mayúsculas y minúsculas

palabra reservada - palabra clave



<NOMBRE, ALCANCE ,TIPO, L-VALUE, R-VALUE>

- El **alcance** de una variable es el rango de instrucciones en el que se conoce el nombre. **(visibilidad)**
- Las instrucciones del programa pueden **manipular una variable** a través de su nombre **dentro de su alcance**
- Los diferentes lenguajes adoptan diferentes reglas para ligar un nombre a su alcance.




<NOMBRE, ALCANCE ,TIPO, L-VALUE, R-VALUE>

○ Alcance estático

- Llamado **alcance léxico**.
- Define el alcance en términos de la estructura léxica del programa.
- Puede ligarse estáticamente a una declaración (explícita o implícita) examinando el texto del programa, sin necesidad de ejecutarlo.
- La mayoría de los lenguajes adoptan reglas de ligadura de alcance estático.

○ Alcance dinámico

- Define el alcance del nombre de la variable en términos de la ejecución del programa.
 - Cada declaración de variable extiende su efecto sobre todas las instrucciones ejecutadas posteriormente, hasta que una nueva declaración para una variable con el mismo nombre es encontrado durante la ejecución.
 - **APL**, **Lisp** (original), **Afnix** (llamado *Aleph* hasta el 2003), **Tcl** (Tool Command Language), **Perl**
- 

```

int x;
{
  /*bloque A*/
  int x;

  {
    /*bloque B*/
    int x;

    {
      /*bloque C*/
      x = ...;
      ...
    }
    ....
  }
}

```

Ejecución:

- Con **alcance Dinámico**,
si:

A C
x de A

B C
x de B

- Con **alcance Estático**
en ambos casos hace
referencia a **x externa**

Dinámico: menos legible



PASCAL - LIKE

```
1 Program Alcance;
2 var
3     a : Integer;
4     z , b: Real;
5 procedure uno();
6 var
7     b: Integer;
8 procedure dos();
9     begin
10        z:=a+1+b;
11    end;
12 begin
13        b:= 20;    dos();
14    end;
15 procedure tres();
16 var
17     a: Real;
18 begin
19     a:=20;    uno();
20 end;
21 Begin
22 a:= 4;    b:= 2;    z:=10;    tres();
23 end.
```

Ejecución:

○ Alcance estático:

Al invocar a *tres*:

- Se invoca a **uno**
- Se invoca a **dos** y
z:= a + 1+ b;

Toca a **z** de **Alcance**

La variable **a** es la de **Alcance** y la variable **b** es de **uno**

○ Alcance dinámico:

Al invocar a *tres*:

- Se invoca a **uno** y
- Se invoca a **dos** y
z:= a + 1 + b;

Toca a **z** de **Alcance**

La variable **a** es la de **tres**

La variable **b** es la de **uno**

ALCANCE EN C - ESTÁTICO

compileonline.com - Compile and Execute C Online (GNU GCC version 4.8.1)

Compile & Execute main.c input.txt Default Ace Editor Multiple Files

```
1 #include <stdio.h>
2 int x;
3 int y;
4
5 void uno()
6 {
7     printf ("\n EN uno \n");
8     x= x+y;
9     printf ("x en uno= %d \n", x);
10    printf ("e y en uno= %d\n", y);
11 }
12
13 void main()
14 {
15     x=1;
16     y=1;
17     printf (" ANTES de entrar al bloque \n");
18     printf ("x en main= %d\n", x);
19     printf ("y en main= %d\n", y);
20
21     {
22         printf ("\n EN el bloque \n");
23         int x;
24         x=10;
25         x=x+y;
26         printf ("x en el bloque= %d\n", x);
27         printf ("y en bloque= %d\n", y);
28         uno ();
29     }
30
31     printf ("\n DESPUES de salir al bloque \n");
32     printf ("x en main= %d\n", x);
33     printf ("y en main= %d\n", y);
34 }
35
36
```

X Y X'

Result Download Files

Compiling the source code....
\$gcc main.c -o demo -lm -pthread -lgmp -lreadline 2>&1

Executing the program....
\$demo

ANTES de entrar al bloque
x en main= 1
y en main= 1

EN el bloque
x en el bloque= 11
y en bloque= 1

EN uno
x en uno= 2
e y en uno= 1

DESPUES de salir al bloque
x en main= 2
y en main= 1

ALCANCE EN PASCAL - ESTÁTICO

compileonline.com - Compile and Execute Pascal Online (fpc 2.6.2)

▶ Compile & Execute

Main Program

input.txt

Default Ace Editor

☐ Unit Support

```
1 Program Alcance;
2
3   var
4     x: integer;
5     y: integer;
6
7   procedure uno();
8   begin
9     x:= x+y;
10    writeln("x en uno= ", x, " e "y" en uno= ", y);
11  end;
12
13  procedure dos();
14  var x:integer;
15
16  procedure tres();
17  begin
18    x:=x+10;
19    writeln("x en tres= ", x, " e "y" en tres= ", y);
20    uno();
21  end;
22  begin
23    x:=10;
24    tres();
25
26  end;
27
28  begin
29    x:=1;
30    y:=1;
31    writeln("x en main= ", x, " e "y" en main= ", y);
32    dos();
33    writeln("x en main= ", x, " e "y" en main= ", y);
34  end.
```

Result

Download Files

Compiling the source code....

\$fpc -v0 Alcance.pas 2>&1

Free Pascal Compiler version 2.6.2 [2013/02/16] for x86_64
Copyright (c) 1993-2012 by Florian Klaempfl and others
/usr/bin/ld: warning: link.res contains output sections; did you forget -T?

Executing the program....

\$Alcance

"x" en main= 1 e "y" en main= 1 ANTES de llamar a procedimiento dos
"x" en tres= 20 e "y" en tres= 1
"x" en uno= 2 e "y" en uno= 1
"x" en main= 2 e "y" en main= 1 DESPUES de llamar a procedimiento dos

ALCANCE EN ADA - ESTÁTICO

Compile | Execute hello.adb x

```
1 with Text_IO, Ada.Integer_Text_IO;
2 use Text_IO, Ada.Integer_Text_IO;
3
4 procedure Principal is
5   y: integer;
6   procedure Prueba is
7     x: constant integer := 3+y;
8     y: integer:=4;
9     begin
10      Put("El valor de la constante x es:");
11      Put(x);
12      Put("    El valor de la variable y es:");
13      Put(y);
14    end Prueba;
15
16
17 begin
18
19   y:=7;
20   Prueba;
21
22 end Principal;
```

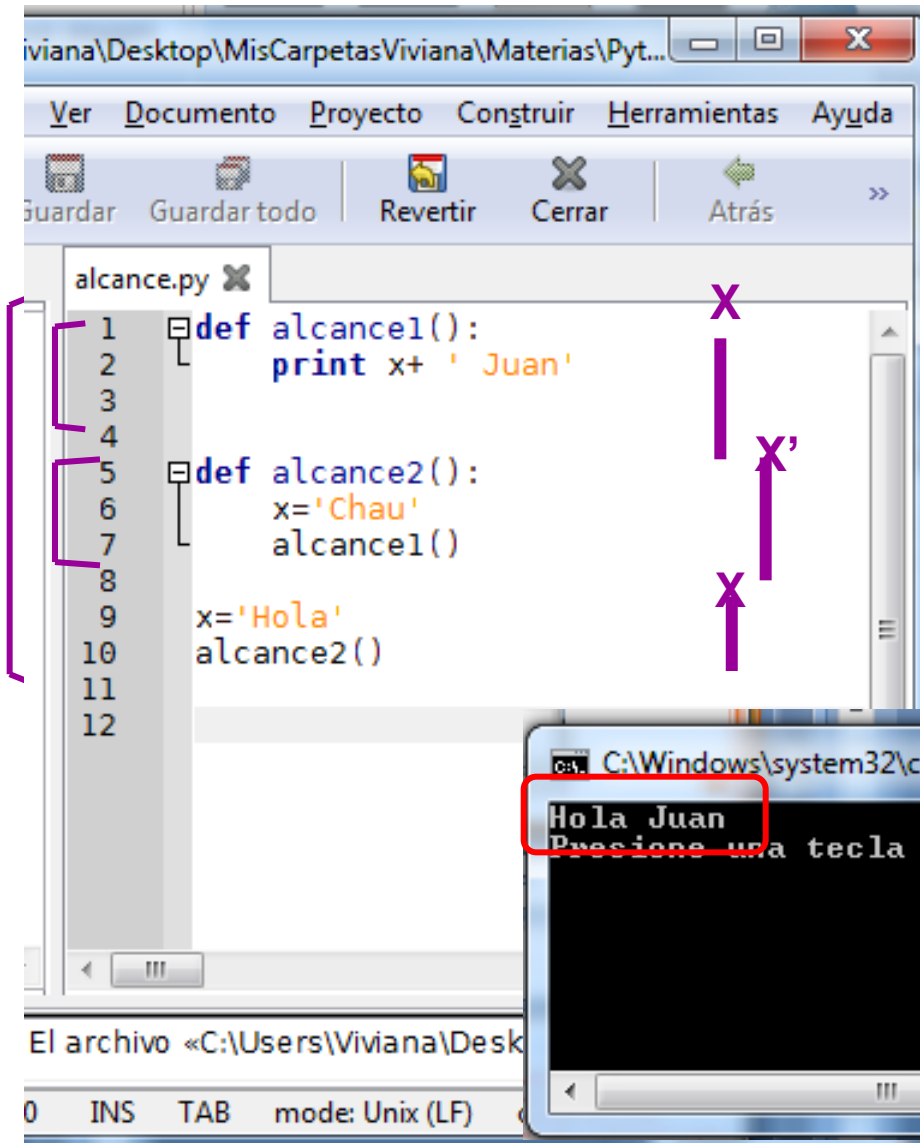


Demuestra que el alcance es de dónde se declara hacia abajo

Terminal

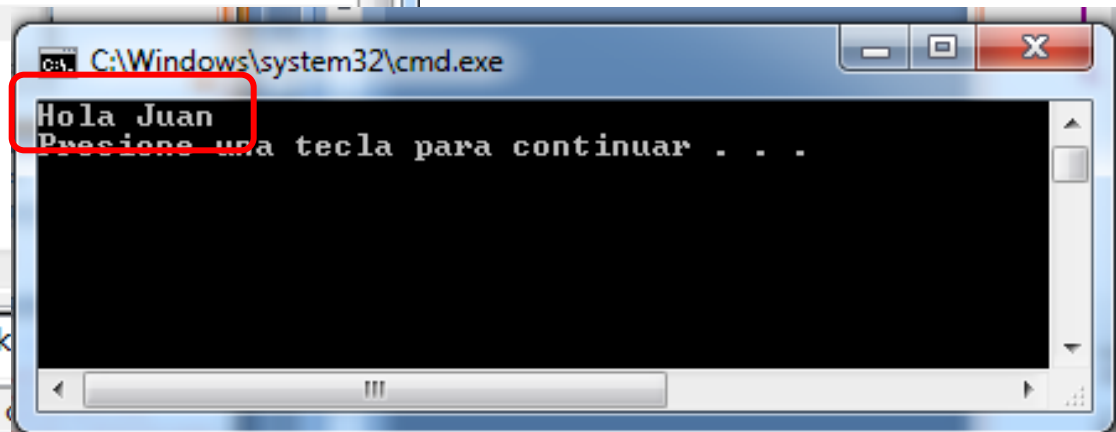
```
gcc -c hello.adb
hello.adb:4:11: warning: file name does not match unit name, should be "principal.adb"
gnatbind -x hello.ali
gnatlink hello.ali -o hello
sh-4.2# hello
El valor de la constante x es: 10 El valor de la variable y es: 4
sh-4.2#
```

ALCANCE EN PYTHON



```
1 def alcance1():
2     print x+ ' Juan'
3
4
5 def alcance2():
6     x='Chau'
7     alcance1()
8
9 x='Hola'
10 alcance2()
11
12
```

Demuestra que el alcance es estático. Por más que desde alcance1 se lo llame desde alcance2, la variable x tomada es la del programa principal



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Hola Juan
Presione una tecla para continuar . . .
```

ESTÁTICO VS DINÁMICO

- Las reglas dinámicas son mas fáciles de implementar
- Son menos claras en cuanto a disciplina de programación
- El código se hacen mas difícil de leer



CONCEPTOS ASOCIADOS CON EL ALCANCE

- **Local:** Son todas la referencias que se han creado dentro del programa o subprograma.
- **No Local:** Son todas las referencias que se utilizan dentro del subprograma pero que no han sido creadas en él.
- **Global:** Son todas las referencias creadas en el programa principal



CONCEPTOS ASOCIADOS CON EL ALCANCE - PASCAL

compileonline.com - Compile and Execute Pascal Online (fpc 2.6.2)

Compile & Execute Main Program input.txt Default Ace Editor Unit Support

```
1 Program Alcance;
2
3 var
4   x: integer;
5   y: integer;
6
7 procedure uno();
8 begin
9   x:= x+y;
10  writeln("x en uno= ", x, ' e "y" en uno= ', y);
11 end;
12
13 procedure dos();
14 var x:integer;
15
16 procedure tres();
17 begin
18   x:=x+10;
19   writeln("x en tres= ", x, ' e "y" en tres= ', y);
20   uno();
21 end;
22 begin
23   x:=10;
24   tres();
25 end;
26
27
28 begin
29   x:=1;
30   y:=1;
31   writeln("x en main= ", x, ' e "y" en main= ', y, ' ANTES de llamar a procedimiento dos ');
32   dos();
33   writeln("x en main= ", x, ' e "y" en main= ', y, ' DESPUES de llamar a procedimiento dos');
34 end.
```

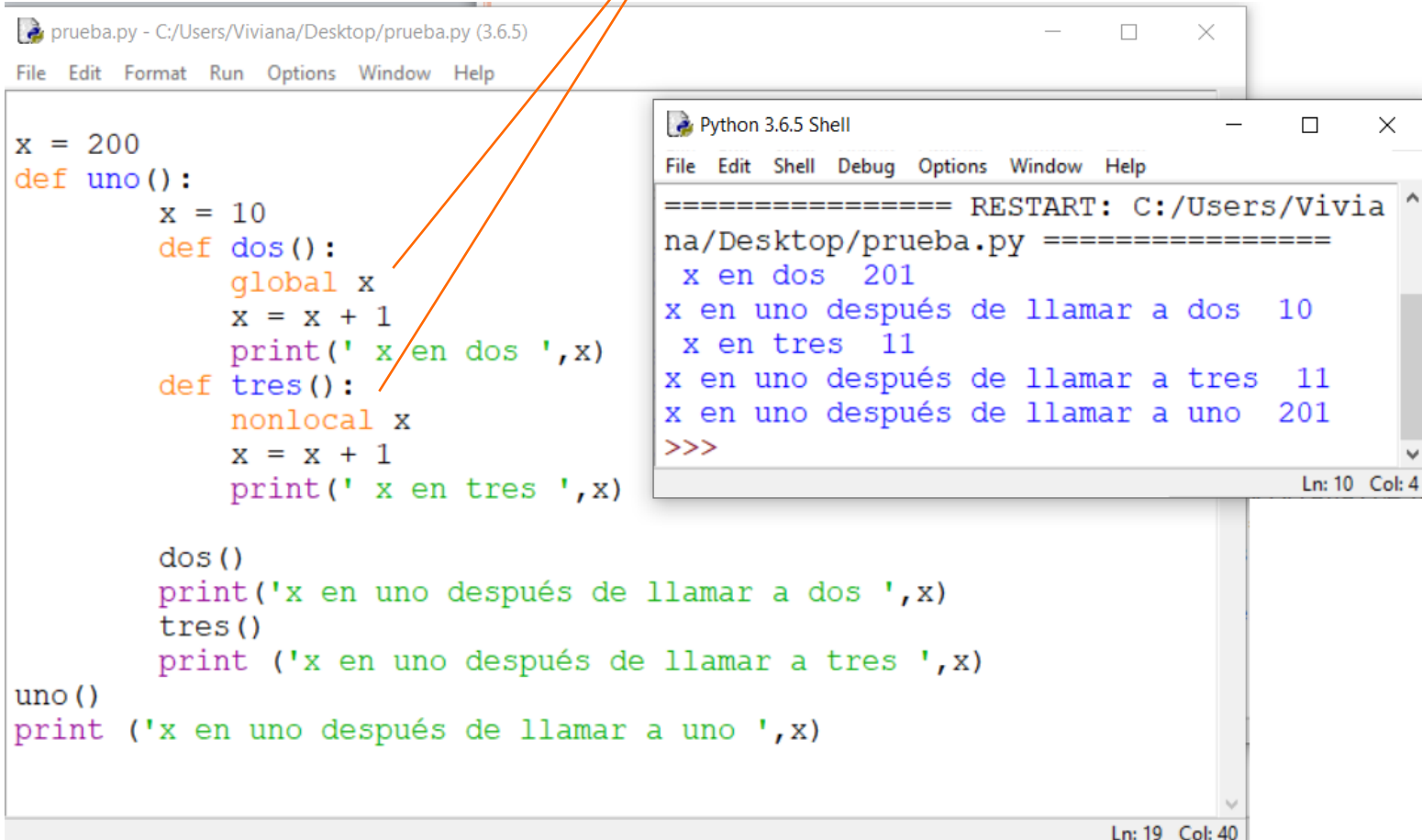
Referencia No Local

Referencia Global

Referencia Local

CONCEPTOS ASOCIADOS CON EL ALCANCE - PYTHON

Uso de palabras claves “**global**” y “**nonlocal**”



```
prueba.py - C:/Users/Viviana/Desktop/prueba.py (3.6.5)
File Edit Format Run Options Window Help

x = 200
def uno():
    x = 10
    def dos():
        global x
        x = x + 1
        print(' x en dos ',x)
    def tres():
        nonlocal x
        x = x + 1
        print(' x en tres ',x)

    dos()
    print('x en uno después de llamar a dos ',x)
    tres()
    print('x en uno después de llamar a tres ',x)

uno()
print('x en uno después de llamar a uno ',x)
```

```
Python 3.6.5 Shell
File Edit Shell Debug Options Window Help

===== RESTART: C:/Users/Viviana/Desktop/prueba.py =====
x en dos 201
x en uno después de llamar a dos 10
x en tres 11
x en uno después de llamar a tres 11
x en uno después de llamar a uno 201
>>>
```

Ln: 10 Col: 4

Ln: 19 Col: 40

ESPACIOS DE NOMBRES

○ Definición:

- Un espacio de nombre es una zona separada donde se pueden declarar y definir objetos, funciones y en general, cualquier identificador de tipo, clase, estructura, etc.; al que se asigna un nombre o identificador propio.

○ Utilidad:

- Ayudan a evitar problemas con identificadores con el mismo nombre en grandes proyectos o cuando se usan bibliotecas externas.



<NOMBRE, ALCANCE, TIPO, L-VALUE,
R-VALUE>

○ **Definición:**

- **Conjunto de valores**
 - **Conjunto de las operaciones**
- **Antes de que una variable pueda ser referenciada debe ligársele un tipo**
- **Protege a las variables de operaciones no permitidas**

Chequeo de tipos: verifica el uso correcto de las variables



<NOMBRE, ALCANCE, TIPO, L-VALUE, R-VALUE>

- Predefinidos
 - Tipos base
- Definidos por el usuario
 - Constructores
- TADs



<NOMBRE, ALCANCE, TIPO, L-VALUE,
R-VALUE>

○ Tipos predefinidos:

- Son los tipos base que están descriptos en la definición

Tipo boolean

valores: *true*, *false*

operaciones: *and*, *or*, *not*

- Los valores se ligan en la implementación a representación de maquina

<i>true</i>	string	<i>000000.....1</i>
-------------	--------	---------------------

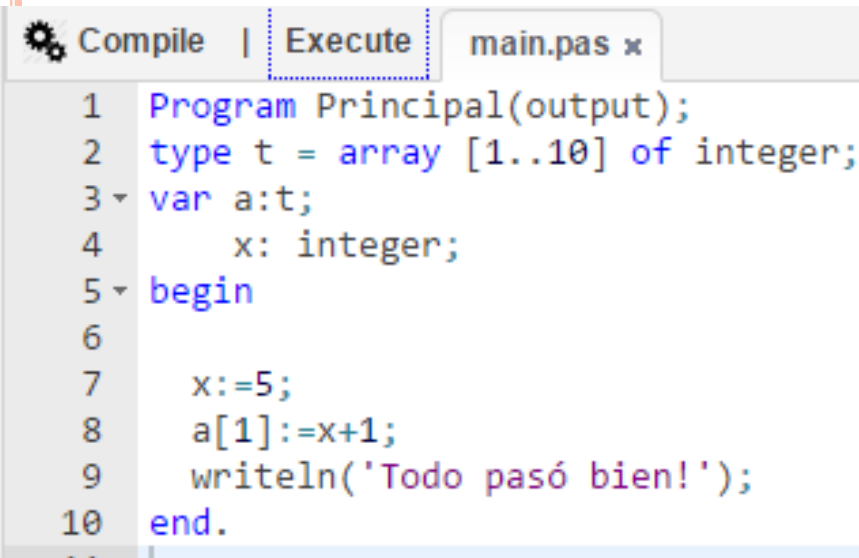
<i>false</i>	string	<i>0000.....000</i>
--------------	--------	---------------------



<NOMBRE, ALCANCE, TIPO, L-VALUE, R-VALUE>

○ Tipos definidos por el usuario:

- Los lenguajes permiten al programador mediante la declaración de tipos definir nuevos tipos a partir de los predefinidos y los constructores



```
1 Program Principal(output);
2 type t = array [1..10] of integer;
3 var a:t;
4     x: integer;
5 begin
6
7     x:=5;
8     a[1]:=x+1;
9     writeln('Todo pasó bien!');
10 end.
```

Se establece una ligadura (en traducción) del

nombre del **tipo *t*** con el ***arreglo de 10 enteros***

El **tipo *t*** tiene todas las operaciones de la estructura de datos (arreglo), y por lo tanto es posible leer y modificar cada componente de un objeto de tipo *t* indexando dentro del arreglo

<NOMBRE, ALCANCE, TIPO, L-VALUE,
R-VALUE>

○ Tipos de Datos Abstractos:

- No hay ligadura por defecto, el programador debe **especificar la representación y las operaciones**

TAD

- Estructura de datos que representan al nuevo tipo
- Rutinas usadas para manipular los objetos de este nuevo tipo



TIPOS ABSTRACTOS (EJEMPLO EN C++)

*Estructura
interna*

*Comportamiento
(operaciones)*

```
#include<iostream>
#include<process.h>
#include<conio.h>
using namespace std;

class Clistpila
{
    protected:
        struct lista    // Estructura del Nodo de una lista
        {
            int dato;
            struct lista *nextPtr;    //siguiente elemento de la lista
        };

        typedef struct lista *NODELISTA;    //tipo de dato *NODOLISTA

        struct NodoPila
        {
            NODELISTA startPtr;    //tendrá la dirección del fondo de la pila
        } pila;

        typedef struct NodoPila *STACKNODE;    //Tipo Apuntador a la pila

    public:
        Clistpila( );    // Constructor
        ~Clistpila( );    // Destructor

        void push(int newvalue);    // Función que agrega un elemento a la pila
        int pop( );    // Función que saca un elemento de la pila
        int PilaVacía( );    // Verifica si la pila está vacía
        void MostrarPila( );    // Muestra los elementos de la Pila

        friend void opciones(void);    // función amiga
};

//Funciones Miembro de la clase
Clistpila :: Clistpila( )
{
    pila.startPtr = NULL;    //se inicializa el fondo de la pila.
}

int Clistpila :: PilaVacía( )
{
    return((pila.startPtr == NULL)? 1:0); //note que si la pila esta vacía retorna 1, sino 0
}

void Clistpila :: push(int newvalue)    //se puede insertar en cualquier momento
{
    NODELISTA nuevoNodo;    //un nodo al tope de la pila
    nuevoNodo = new lista;    //crear el nuevo nodo
    if(nuevoNodo != NULL)    //si el espacio es disponible
```

<NOMBRE, ALCANCE, TIPO, L-VALUE,
R-VALUE>

Momentos - Estático

- El tipo se **liga en compilación y no puede ser cambiado**
 - El chequeo de tipo también será estático
 - La ligadura puede ser realizada en forma:
 - Explícita
 - Implícita
 - Inferida

Fortran, Pascal, Algol, Simula, ADA, C, C++,
Java, etc



<NOMBRE, ALCANCE, TIPO, L-VALUE, R-VALUE>

○ Momento – Estático – **Explícito**

- La ligadura se establece mediante una declaración

```
int x, y;  
bool z;
```

○ Momento – Estático - **Inferido**

- El tipo de una expresión se deduce de los tipos de sus componentes. Ej. Lenguajes funcionales.

Ej. Lisp: `doble x = 2 * x` (script)

Si no está definido el tipo se infiere
`doble :: num -> num`

○ Momento – Estático - **Implícito**

- La ligadura se deduce por reglas
- Ej. Fortran: de la I a N enteras, el resto reales



<NOMBRE, ALCANCE, TIPO, L-VALUE, R-VALUE>

- **Momento – Dinámico**

- **El tipo se liga en ejecución y puede cambiarse**
 - Mas flexible: programación genérica
 - Mas costoso en ejecución: mantenimiento de descriptores
 - Chequeo dinámico
 - Menor legibilidad

APL, Snobol, Javascript, Python, Ruby, etc



<NOMBRE, ALCANCE, TIPO, L-VALUE, R-VALUE>

- **Área de memoria ligada a la variable**
- **Tiempo de vida (lifetime) o extensión:**

Periodo de tiempo que existe la ligadura

- **Alocación:**

Momento que se reservar la memoria

El tiempo de vida es el tiempo en que la variable esté alocada en memoria



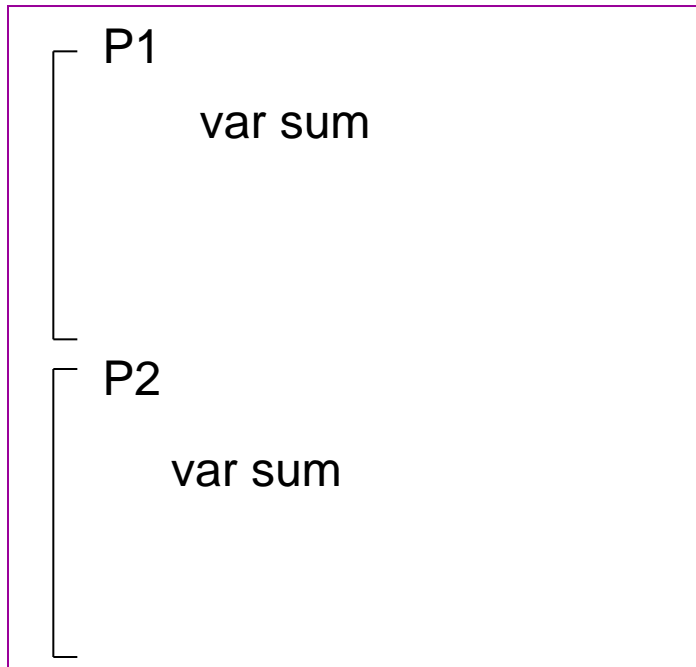
<NOMBRE, ALCANCE, TIPO, L-VALUE,
R-VALUE>

Momentos - **Alocación**

- **Estática:** sensible a la historia
- **Dinámica**
 - Automática: cuando aparece la declaración
 - Explícita: a través de algún constructor
- **Persistente:** su tiempo de vida no depende de la ejecución:
 - existe en el ambiente
 - Archivos - Bases de datos

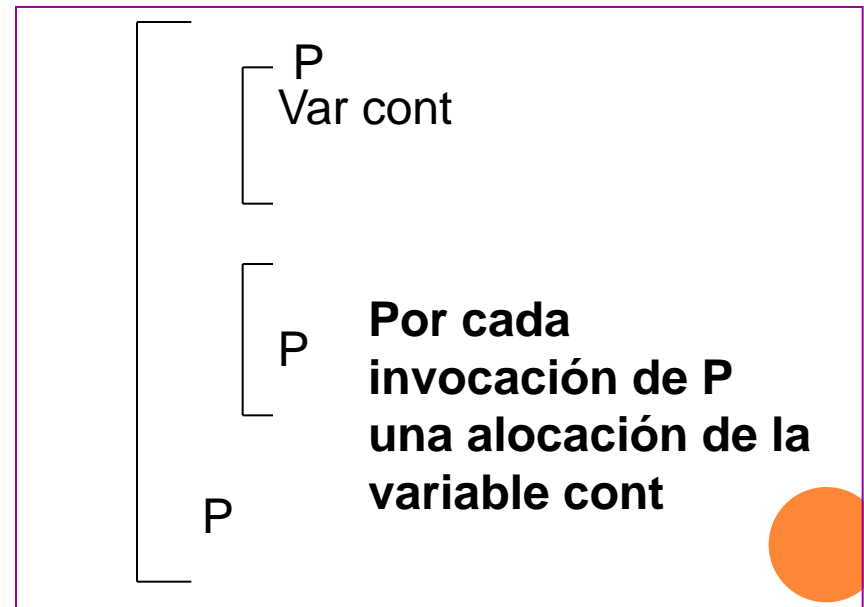
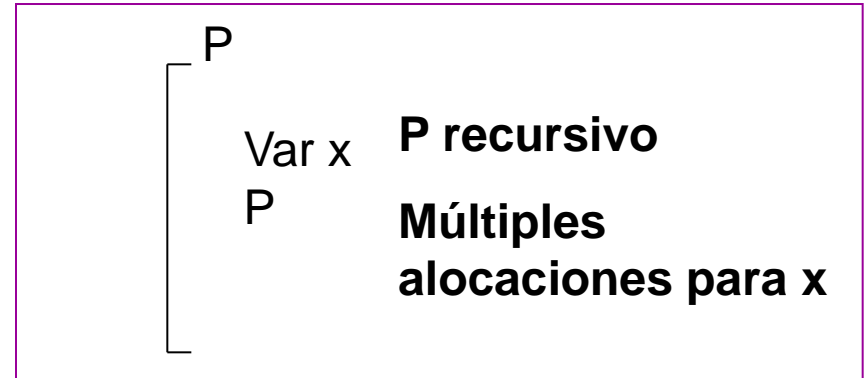


EJEMPLOS DE ALOCACIONES



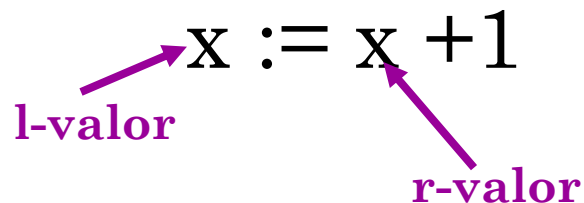
**Dos alocaiones
diferentes para sum:**

- sum de P1 y
- sum de P2



<NOMBRE, ALCANCE, TIPO, L-VALUE, R-VALUE>

- Valor almacenado en el l-valor de la variable
- Se interpreta de acuerdo al tipo de la variable
- Objeto: (l-valor, r-valor)


The diagram shows the assignment statement $x := x + 1$. A purple arrow labeled "l-valor" points to the variable x on the left side of the assignment. Another purple arrow labeled "r-valor" points to the variable x on the right side of the assignment, which is part of the expression $x + 1$.

Se accede a las variable a través del **l-valor**

Se puede modificar el **r-value**



<NOMBRE, ALCANCE, TIPO, L-VALUE,
R-VALUE>

Momentos:

- **Dinámico:** por naturaleza

$b := a$ se copia el r-valor de a en el l-valor de b
 $a := 17$

- **Constantes:** se congela el valor

```
const  
pi = 3.1416
```

Pascal: estático

Ada dinámico estable



<NOMBRE, ALCANCE, TIPO, L-VALUE,
R-VALUE>

Inicialización

- ¿Cuál es el r-valor luego de crearse la variable?
 - Ignorar el problema: lo que haya en memoria
 - Estrategia de inicialización:
 - Inicialización por defecto:
 - Enteros se inicializan en 0, los caracteres en blanco, etc.
 - Inicialización en la declaración:

C `int i =0, j= 1`

ADA `I,J INTEGER:=0`

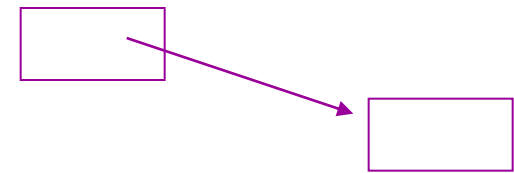
Opcionales

VARIABLES ANÓNIMAS Y REFERENCIAS

- Algunos lenguajes permiten que el **r-valor** de una variable sea una referencia al **l-valor** de otra variable

Puntero a entero

type pi = ^{instancia} *^ integer*;
var pxi : pi Aloca variable anónima setea el puntero
new (pxi)



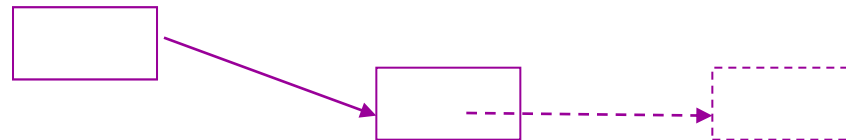
type ppi = *^ pi*;

var ppxi : ppi;

....

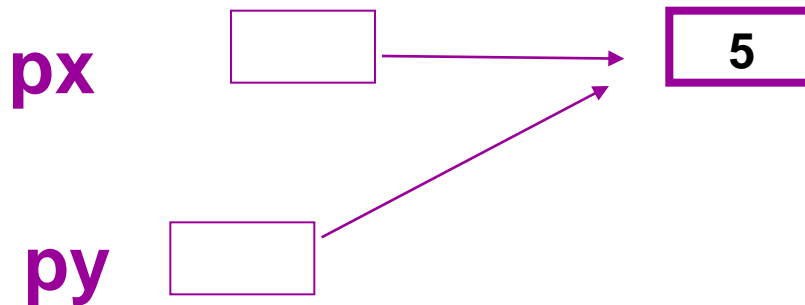
new(ppxi);

Puntero a un puntero



ALIAS

- Dos variables comparten un objeto si sus caminos de acceso conducen al objeto. Un objeto compartido modificado vía un camino, se modifica para todos los caminos
- `int x = 5;`
- `int*px,`
- `px = &x ;`
- `py =px`



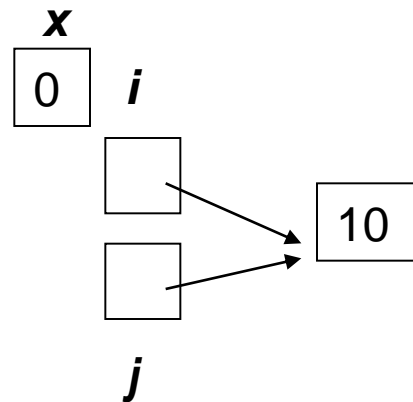
ALIAS

Alias: Dos nombres que denotan la misma entidad en el mismo punto de un programa.

distintos nombres \longrightarrow 1 entidad

- Dos variables son **alias** si **comparten el mismo objeto** de dato en el mismo **ambiente de referencia**. El uso de alias puede llevar a programas de **difícil lectura y a errores**.

```
int x = 0;  
int *i = &x;  
int *j = &x;
```



```
*i = 10;
```

Efecto lateral: modificación de una variable no local

CONCEPTO DE SOBRECARGA Y ALIAS

- **Alias**

distintos nombres \rightarrow 1 entidad

- **Sobrecarga**

1 nombre \rightarrow distintas entidades



CONCEPTO DE SOBRECARGA

Sobrecarga:

1 nombre → distintas entidades

int i,j,k;

float a,b,c;

.....

i = j + k ;

a = b + c;

¿Qué sucede con el operador + (nombre)?..

Los tipos permiten que se desambigüe en compilación.

Sobrecarga: un nombre esta **sobrecargado** si:

- En un momento, referencia **mas de una entidad** y
- **Hay suficiente información** para permitir establecer la ligadura unívocamente.

1 nombre —————→ 1 entidad
No hay ambigüedad

