

Programación 1

Tema 5

Funciones



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza





Índice

- ❑ **Funciones**
- ❑ Especificación de funciones
- ❑ Estructuración de programas
 - Metodología de programación descendente
- ❑ Ámbito y vida
- ❑ Comunicación entre funciones

Funciones

- Abstracción de un conjunto de instrucciones
 - a las que se le da un nombre determinado
 - para ser invocadas desde algún otro punto del programa

Funciones

- Pretenden ser un reflejo del concepto matemático de *función*:
 - Relación binaria entre dos conjuntos que asocia a cada elemento del primer conjunto exactamente un elemento del segundo conjunto.
 - $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$
 - $x \mapsto f(x)$



Funciones

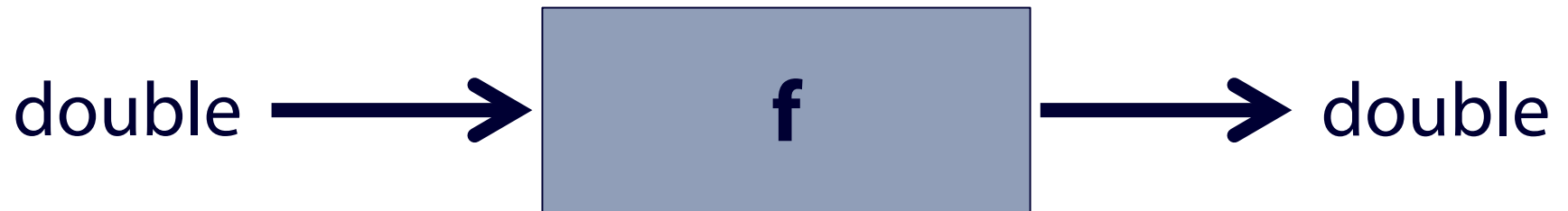
Ejemplo matemático

- Ejemplo:
 - $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$
 - $x \mapsto x^2$



Funciones

Ejemplo





Funciones

Ejemplo en C++

```
/*  
 * Devuelve el cuadrado de x  
 */  
double f(double x) {  
    return x * x;  
}
```

Funciones

Ejemplo en C++

```
/*  
 * Devuelve el cuadrado de x  
 */  
double cuadrado(double x) {  
    return x * x;  
}
```




Funciones en C++

- Sintaxis:
 - Declaración
 - Definición
 - Invocación



Más adelante en el curso, no ahora

Funciones. Sintaxis

```
<definición-función> ::=
    <tipo> <identificador>
        “(” [<lista-parámetros>] “)”
    <bloque-secuencial>

<lista-parámetros> ::=
    <parámetro> { “,” <parámetro> }

<parámetro> ::=
    <tipo> <identificador>
```



Funciones

Ejemplo en C++

```
/*  
 * Devuelve el cuadrado de x  
 */  
double cuadrado(double x) {  
    return x * x;  
}
```

Funciones. Sintaxis

```
<invocación-función> ::=  
    <identificador>  
    “(” [ <lista-argumentos> ] “)”  
<lista-argumentos> ::=  
    <argumento> {“,” <argumento>}  
<argumento> ::= <expresión>
```

Funciones

Ejemplos de invocaciones

... `cuadrado(2)` ...

... `cuadrado(x)` ...

... `cuadrado(2 + x)` ...

... `cuadrado(cuadrado(sqrt(x)))` ...



Funciones

Otro ejemplo

- *factorial*: $\mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$
- $n \mapsto n!$



Funciones

Otro ejemplo



Funciones

Otro ejemplo

```
/* Definición */  
unsigned factorial(unsigned n) {  
    unsigned factorial = 1;  
    for (unsigned i = 1; i <= n; i++) {  
        factorial = i * factorial;  
    }  
    return factorial;  
}
```

```
/* Invocaciones */  
factorial(8)  
factorial(n)  
factorial(m + 1)  
factorial(2 * n * m)
```




Funciones

Un tercer ejemplo

esBisiesto: $\mathbb{N} \rightarrow \mathbb{B}$

$$n \mapsto \begin{cases} \text{true} & \text{si } n \text{ representa un año bisiesto} \\ \text{false} & \text{si } n \text{ representa un año no bisiesto} \end{cases}$$



Funciones

Un tercer ejemplo



Funciones

Un tercer ejemplo

```
/* Definición */
```

```
bool esBisiesto(unsigned agno) {  
    bool multiplo4    = (agno % 4 == 0);  
    bool multiplo100 = (agno % 100 == 0);  
    bool multiplo400 = (agno % 400 == 0);  
    return multiplo400 || (multiplo4 && !multiplo100);  
}
```

```
/* Invocaciones */
```

```
esBisiesto(2021)  
esBisiesto(agno)  
esBisiesto(agno + 1)  
esBisiesto(agno + 4)
```

Procedimientos

Funciones que no devuelven valor

```
void saludar(unsigned agno) {  
    cout << "Bienvenidos al curso 20"  
        << agno << "/" << agno + 1 << endl;  
}
```



Funciones. Sintaxis

- Restricciones a la sintaxis:
 - Si el tipo devuelto es distinto de **void**, el cuerpo de la función debe devolver un dato del tipo adecuado a través de la instrucción **return**.
 - El identificador de la invocación es el mismo que el de la definición.
 - La lista de parámetros (definición) y la de argumentos (invocación) tienen el mismo número de elementos.
 - El tipo del i -ésimo argumento en la lista de argumentos es el mismo (o es compatible) con el i -ésimo parámetro de la definición.

Funciones

Otro ejemplo de definición

```
/*  
 * Dado un polígono regular con un número de Lados  
 * igual al valor del parámetro «numLados» de  
 * longitud igual al valor del parámetro «Longitud»,  
 * devuelve el perímetro de dicho polígono regular.  
 * «numLados» tiene que ser mayor o igual que 3 y  
 * «Longitud» mayor que 0.0.  
 */  
double perimetro(unsigned numLados,  
                 double longitud) {  
    return numLados * longitud;  
}
```



Funciones

Otro ejemplo



Funciones

Otros ejemplos de invocaciones

```
double perimetro(unsigned numLados, double longitud) {  
    return numLados * longitud;  
}
```

```
...  
double triangulo = perimetro(3, 1.5);  
double cuadrado = perimetro(4, 2.2);  
  
unsigned numLados = 5;  
double longitud = 3.25;  
double pentagono = perimetro(numLados, longitud);  
  
cout << perimetro(numLados + 1, longitud - 1) << endl;
```


Funciones

Otros ejemplos de invocaciones

```
double perimetro(unsigned numLados, double longitud) {  
    return numLados * longitud;  
}
```

3

1.5

...

```
double triangulo = perimetro(3, 1.5);  
double cuadrado = perimetro(4, 2.2);
```

```
unsigned numLados = 5;  
double longitud = 3.25;  
double pentagono = perimetro(numLados, longitud);  
  
cout << perimetro(numLados + 1, longitud - 1) << endl;
```

Funciones

Otros ejemplos de invocaciones

```
double perimetro(unsigned numLados, double longitud) {  
    return numLados * longitud;  
}
```

4.5

...

```
double triangulo = perimetro(3, 1.5);  
double cuadrado = perimetro(4, 2.2);
```

```
unsigned numLados = 5;  
double longitud = 3.25;  
double pentagono = perimetro(numLados, longitud);  
  
cout << perimetro(numLados + 1, longitud - 1) << endl;
```

Funciones

Otros ejemplos de invocaciones

```
double perimetro(unsigned numLados, double longitud) {  
    return numLados * longitud;  
}
```

```
...  
double triangulo = perimetro(3, 1.5);  
double cuadrado = perimetro(4, 2.2);  
  
unsigned numLados = 5;  
double longitud = 3.25;  
double pentagono = perimetro(numLados, longitud);  
  
cout << perimetro(numLados + 1, longitud - 1) << endl;
```

Funciones

Otros ejemplos de invocaciones

```
double perimetro(unsigned numLados, double longitud) {  
    return numLados * longitud;  
}
```

8.8

```
...  
double triangulo = perimetro(3, 1.5);  
double cuadrado = perimetro(4, 2.2);  
  
unsigned numLados = 5;  
double longitud = 3.25;  
double pentagono = perimetro(numLados, longitud);  
  
cout << perimetro(numLados + 1, longitud - 1) << endl;
```

Funciones

Otros ejemplos de invocaciones

```
double perimetro(unsigned numLados, double longitud) {  
    return numLados * longitud;  
}
```

```
...  
double triangulo = perimetro(3, 1.5);  
double cuadrado = perimetro(4, 2.2);  
  
unsigned numLados = 5;  
double longitud = 3.25;  
double pentagono = perimetro(numLados, longitud);  
  
cout << perimetro(numLados + 1, longitud - 1) << endl;
```

Funciones

Otros ejemplos de invocaciones

```
double perimetro(unsigned numLados, double longitud) {  
    return numLados * longitud;  
}
```

16.25

...

```
double triangulo = perimetro(3, 1.5);
```

```
double cuadrado = perimetro(4, 2.2);
```

```
unsigned numLados = 5;
```

```
double longitud = 3.25;
```

```
double pentagono = perimetro(numLados, longitud);
```

```
cout << perimetro(numLados + 1, longitud - 1) << endl;
```

Funciones

Otros ejemplos de invocaciones

```
double perimetro(unsigned numLados, double longitud) {  
    return numLados * longitud;  
}
```

16.25

```
...  
double triangulo = perimetro(3, 1.5);  
double cuadrado = perimetro(4, 2.2);
```

3.25

```
unsigned lados = 5;  
double longitudLado = 3.25;  
double pentagono = perimetro(lados, longitudLado);
```

```
cout << perimetro(lados + 1, longitudLado - 1) << endl;
```

Funciones

Otros ejemplos de invocaciones

```
double perimetro(unsigned numLados, double longitud) {  
    return numLados * longitud;  
}
```

...

```
double triangulo = perimetro(3, 1.5);  
double cuadrado = perimetro(4, 2.2);
```

```
unsigned numLados = 5;  
double longitud = 3.25;  
double pentagono = perimetro(numLados, longitud);
```

```
cout << perimetro(numLados + 1, longitud - 1) << endl;
```

6

2.25


Funciones

Otros ejemplos de invocaciones

```
double perimetro(unsigned numLados, double longitud) {  
    return numLados * longitud;  
}
```

13.5

```
...  
double triangulo = perimetro(3, 1.5);  
double cuadrado = perimetro(4, 2.2);  
  
unsigned numLados = 5;  
double longitud = 3.25;  
double pentagono = perimetro(numLados, longitud);  
  
cout << perimetro(numLados + 1, longitud - 1) << endl;
```





Índice

- Funciones
- **Especificación de funciones**
- Estructuración de programas
 - Metodología de programación descendente
- Ámbito y vida
- Comunicación entre funciones

Especificación de funciones

Función perímetro

```
/*  
 * Dado un polígono regular con un número de Lados  
 * igual al valor del parámetro «numLados» de  
 * longitud igual al valor del parámetro «Longitud»,  
 * devuelve el perímetro de dicho polígono regular.  
 * «numLados» tiene que ser mayor o igual que 3 y  
 * «Longitud» mayor que 0.0.  
 */  
double perimetro(unsigned numLados,  
                 double longitud) {  
    return numLados * longitud;  
}
```

Especificación de funciones

```
/*  
 * Pre:   $P$   
 * Post:  $Q$   
 */  
void f() {  
    ...  
}
```

Si se cumple la precondition P inmediatamente antes de invocar a la función f , entonces f se ejecuta, termina y se alcanza un estado en el que se cumple la postcondition Q .

Especificación de funciones

Función perímetro

```
/*  
 * Pre:  numLados  $\geq 3$  y longitud  $> 0.0$   
 * Post: Ha devuelto el perímetro de un polígono  
 *       regular con un número de lados igual al  
 *       valor del parámetro «numLados» de longitud  
 *       igual al valor del parámetro «longitud».  
 */  
double perimetro(unsigned numLados,  
                  double longitud) {  
    return numLados * longitud;  
}
```

Especificación de funciones

```
/*  
 * Pre: ---  
 * Post: Ha devuelto el valor del polinomio  
 *  $ax^2 + bx + c$   
 */  
double calcular(double a, double b, double c,  
                double x) {  
    return ((a * x + b) * x) + c;  
}
```

Especificación de funciones

```
/*  
 * Pre:  n  $\geq$  0  
 * Post: Ha devuelto el valor de n!  
 */  
unsigned factorial(int n) {  
    ...  
}
```

Especificación de funciones

```
/*  
 * Pre: ---  
 * Post: Ha devuelto el valor de n!  
 */  
unsigned factorial(unsigned n) {  
    ...  
}
```


Especificación de funciones

```
/*  
 * Pre:  $1 \leq dia \leq 31$ ,  $1 \leq mes \leq 12$ ,  $agno > 0$   
 * Post: Ha escrito en la pantalla una línea con  
 * la fecha definida por los valores de  
 * los parámetros «dia», «mes» y «agno»  
 * con el siguiente formato: dia/mes/agno.  
 * Por ejemplo: 12/1/2014  
*/  
void escribirFecha(unsigned dia, unsigned mes,  
                  unsigned agno) {  
    cout << dia << "/" << mes << "/" << agno << endl;  
}
```

Índice

- Funciones
- Especificación de funciones
- **Estructuración de programas**
 - **Metodología de programación descendente**
- Ámbito y vida
- Comunicación entre funciones

¿Qué tabla desea escribir? (0 para acabar): 7

LA TABLA DEL 7

7	x	0	=	0
7	x	1	=	7
7	x	2	=	14
7	x	3	=	21
7	x	4	=	28
7	x	5	=	35
7	x	6	=	42
7	x	7	=	49
7	x	8	=	56
7	x	9	=	63
7	x	10	=	70

¿Qué tabla desea escribir? (0 para acabar): 6

LA TABLA DEL 6

6	x	0	=	0
6	x	1	=	6
6	x	2	=	12
6	x	3	=	18
6	x	4	=	24
6	x	5	=	30
6	x	6	=	36
6	x	7	=	42
6	x	8	=	48
6	x	9	=	54
6	x	10	=	60

¿Qué tabla desea escribir? (0 para acabar): 0

Una (mala) solución

```
...  
/* Programa que pregunta reiteradamente al usuario qué tabla ... */  
int main() {  
    cout << "¿Qué tabla desea escribir (0 para acabar)? : ";  
    unsigned multiplicando;  
    cin >> multiplicando;  
    while (multiplicando != 0) {  
        cout << endl;  
        cout << "LA TABLA DEL " << multiplicando << endl;  
        for (unsigned i = 0; i <= 10; ++i) {  
            cout << setw(3) << multiplicando << " x " << setw(2) << i  
                << " = " << setw(3) << multiplicando * i << endl;  
        }  
        cout << endl << "¿Qué tabla desea escribir (0 para acabar)? : ";  
        cin >> multiplicando;  
    }  
    return 0;  
}
```

¿Qué tabla desea escribir? (0 para acabar): 7

LA TABLA DEL 7

7	x	0	=	0
7	x	1	=	7
7	x	2	=	14
7	x	3	=	21
7	x	4	=	28
7	x	5	=	35
7	x	6	=	42
7	x	7	=	49
7	x	8	=	56
7	x	9	=	63
7	x	10	=	70

¿Qué tabla desea escribir? (0 para acabar): 6

LA TABLA DEL 6

6	x	0	=	0
6	x	1	=	6
6	x	2	=	12
6	x	3	=	18
6	x	4	=	24
6	x	5	=	30
6	x	6	=	36
6	x	7	=	42
6	x	8	=	48
6	x	9	=	54
6	x	10	=	60

¿Qué tabla desea escribir? (0 para acabar): 0

Función main

```
/*  
 * Programa que pregunta reiteradamente al usuario qué  
 * tabla de multiplicar desea escribir y la escribe  
 * a continuación, salvo cuando el usuario responde con un  
 * 0, en cuyo caso el programa termina.  
*/  
int main() {  
    ...  
}
```

Función main

```
int main() {  
    cout << "Tabla que desea escribir (0 acaba): ";  
    unsigned multiplicando;  
    cin >> multiplicando;  
  
    while (multiplicando != 0) {  
        presentarTabla(multiplicando);  
        cout << "Tabla que desea escribir (0 acaba): ";  
        cin >> multiplicando;  
    }  
    return 0;  
}
```

¿Qué tabla desea escribir? (0 para acabar): 7

LA TABLA DEL 7

7	x	0	=	0
7	x	1	=	7
7	x	2	=	14
7	x	3	=	21
7	x	4	=	28
7	x	5	=	35
7	x	6	=	42
7	x	7	=	49
7	x	8	=	56
7	x	9	=	63
7	x	10	=	70

¿Qué tabla desea escribir? (0 para acabar): 6

LA TABLA DEL 6

6	x	0	=	0
6	x	1	=	6
6	x	2	=	12
6	x	3	=	18
6	x	4	=	24
6	x	5	=	30
6	x	6	=	36
6	x	7	=	42
6	x	8	=	48
6	x	9	=	54
6	x	10	=	60

¿Qué tabla desea escribir? (0 para acabar): 0



Función presentarTabla

LA TABLA DEL 7

7	x	0	=	0
7	x	1	=	7
7	x	2	=	14
7	x	3	=	21
7	x	4	=	28
7	x	5	=	35
7	x	6	=	42
7	x	7	=	49
7	x	8	=	56
7	x	9	=	63
7	x	10	=	70

Función presentarTabla

```
/*  
 *  Presenta en la pantalla la tabla de multiplicar  
 *  del «n»:  
 *  
 *      LA TABLA DEL «n»  
 *      «n» x  0 =  0  
 *      «n» x  1 = «n»  
 *      «n» x  2 = ...  
 *      ...  
 *      «n» x  9 = ...  
 *      «n» x 10 = ...  
 */  
void presentarTabla(unsigned n) {  
    ...  
}
```

Función presentarTabla

```
void presentarTabla(unsigned n) {  
    // Escribe la cabecera de la tabla de multiplicar del «n»  
    cout << endl;  
    cout << "LA TABLA DEL " << n << endl;  
  
    // Escribe las 11 líneas de la tabla de multiplicar del «n»  
    for (unsigned i = 0; i <= 10; i++) {  
        cout << setw(3) << n  
            << " x "  
            << setw(2) << i  
            << " = "  
            << setw(3) << n * i  
            << endl;  
    }  
}
```

Esquema programa completo

```
/*  
 * Autores: Miguel Ángel Latre y Javier Martínez  
 * Última revisión: 8 de octubre de 2020  
 * Resumen: Programa interactivo que presenta por pantalla las tablas de  
 *           multiplicar seleccionadas por el usuario  
 */  
#include <iostream>  
#include <iomanip>  
using namespace std;  
  
/* ... */  
void presentarTabla(unsigned n) {  
    ...  
}  
  
/* ... */  
int main() {  
    ...  
}
```

Índice

- ❑ Funciones
- ❑ Especificación de funciones
- ❑ Estructuración de programas
 - Metodología de programación descendente
- ❑ **Ámbito y vida**
- ❑ Comunicación entre funciones

Ámbito y vida

- Elemento nombrado con un identificador: función, constante, variable, parámetro, ...
- **Ámbito o visibilidad** (*scope*): zona del código en la que un elemento es accesible (se puede hacer uso de él).
 - **Ámbito local** de los elementos definidos dentro de un bloque o función:
 - Desde el punto en que se definen hasta el final del bloque o función.
 - **Ámbito global** de los elementos definidos en el fichero fuera de las funciones:
 - Desde el punto en que se han definido hasta el final del fichero.
- **Duración o vida** (*lifetime*) de un elemento
 - Tiempo en el que el elemento existe durante la ejecución del programa.

Ámbito. Ejemplo

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
using namespace std;
const int FIN = 0;

void presentarTabla(int n) {
    cout << endl;
    cout << "LA TABLA DEL " << n << endl;

    for (int i = 0; i <= 10; i++) {
        cout << setw(3) << n
            << " x " << setw(2) << i
            << " = " << setw(3) << n * i
            << endl;
    }
}

int main() {
    cout << "¿Qué tabla desea escribir?: "...
    int multiplicando;
    cin >> multiplicando;
    while (multiplicando != FIN) {
        presentarTabla(multiplicando);
        cout << endl << "¿Qué tabla desea...
        cin >> multiplicando;
    }

    return 0;
}
```

prefijo std

FIN

presentarTabla

main

n

i

multiplicando



Índice

- ❑ Funciones
- ❑ Especificación de funciones
- ❑ Estructuración de programas
 - Metodología de programación descendente
- ❑ Ámbito y vida
- ❑ **Comunicación entre funciones**



Comunicación entre funciones

- ❑ Parámetros por valor — Predeterminado
- ❑ Parámetros por referencia
- ❑ Valor devuelto — Ya visto
- ❑ Variables globales

Otro problema distinto

```
int a, b;
```

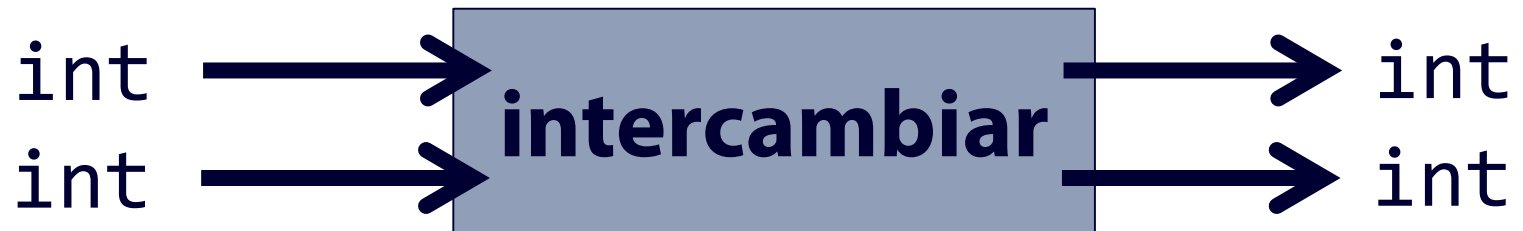
```
...
```

```
// Si ahora: a = X y b = Y ...
```

```
intercambiar(a, b);
```

```
// ... entonces ahora: a = Y y b = X
```

Intercambiar



Comunicación por valor. Solución errónea

```
/*  
 * Pre:  uno =  $X_0$  y otro =  $Y_0$   
 * Post: uno =  $Y_0$  y otro =  $X_0$   
 */  
void intercambiar(int uno, int otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}
```


Parámetros por valor

```
void intercambiar(int uno, int otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

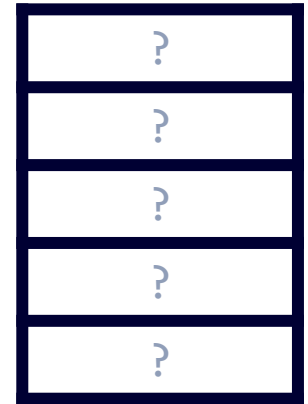


Parámetros por valor

```
void intercambiar(int uno, int otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}
```




```
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```



Parámetros por valor

```
void intercambiar(int uno, int otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}
```



```
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

a

20
?
?
?
?

Parámetros por valor

```
void intercambiar(int uno, int otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

a

20
?
?
?
?

Parámetros por valor

```
void intercambiar(int uno, int otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

a	20
b	4
	?
	?
	?

Parámetros por valor

```
void intercambiar(int uno, int otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

a	20
b	4
	?
	?
	?

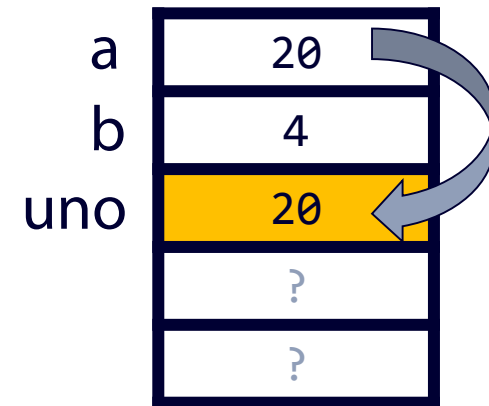
Parámetros por valor

```
→ void intercambiar(int uno, int otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

a	20
b	4
	?
	?
	?

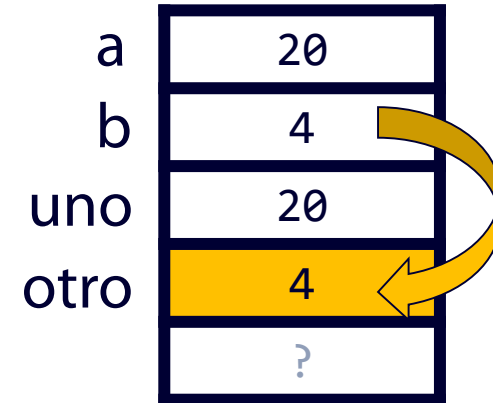
Parámetros por valor

```
→ void intercambiar(int uno, int otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```



Parámetros por valor

```
→ void intercambiar(int uno, int otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```



Parámetros por valor

```
void intercambiar(int uno, int otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

a	20
b	4
uno	20
otro	4
	?

Parámetros por valor

```
void intercambiar(int uno, int otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

a	20
b	4
uno	20
otro	4
aux	20

Parámetros por valor

```
void intercambiar(int uno, int otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

a	20
b	4
uno	20
otro	4
aux	20


Parámetros por valor

```
void intercambiar(int uno, int otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

a	20
b	4
uno	4
otro	4
aux	20

Parámetros por valor

```
void intercambiar(int uno, int otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}
```



```
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

a	20
b	4
uno	4
otro	4
aux	20

Parámetros por valor

```
void intercambiar(int uno, int otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

a	20
b	4
uno	4
otro	20
aux	20

Parámetros por valor

```
void intercambiar(int uno, int otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;
```



```
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

a	20
b	4
uno	4
otro	20
	20

Parámetros por valor

```
void intercambiar(int uno, int otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

a	20
b	4
	4
	20
	20





Comunicación por valor. Solución errónea

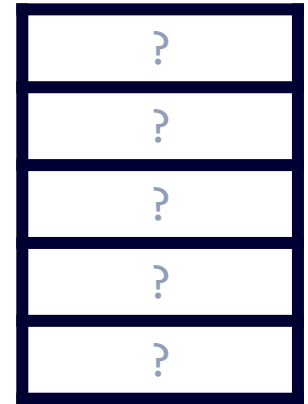
- Ejecución en C++ Tutor

Comunicación mediante parámetros por referencia

```
/*  
 * Pre: uno =  $X_\theta$  y otro =  $Y_\theta$   
 * Post: uno =  $Y_\theta$  y otro =  $X_\theta$   
 */  
void intercambiar(int& uno, int& otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}
```


Parámetros por referencia

```
void intercambiar(int& uno, int& otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```



Parámetros por referencia

```
void intercambiar(int& uno, int& otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}
```




```
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```



Parámetros por referencia

```
void intercambiar(int& uno, int& otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}
```



```
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

a

20
?
?
?
?

Parámetros por referencia

```
void intercambiar(int& uno, int& otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

a

20
?
?
?
?


Parámetros por referencia

```
void intercambiar(int& uno, int& otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

a	20
b	4
	?
	?
	?

Parámetros por referencia

```
void intercambiar(int& uno, int& otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```



a	20
b	4
	?
	?
	?

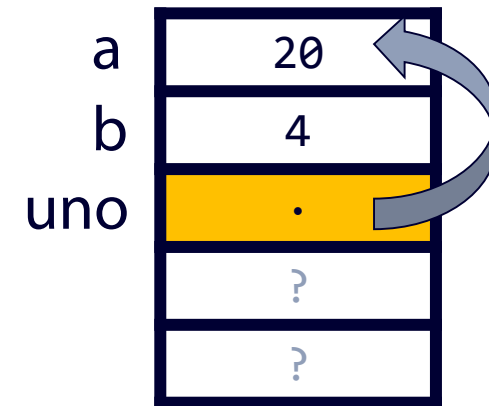
Parámetros por referencia

```
→ void intercambiar(int& uno, int& otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

a	20
b	4
	?
	?
	?

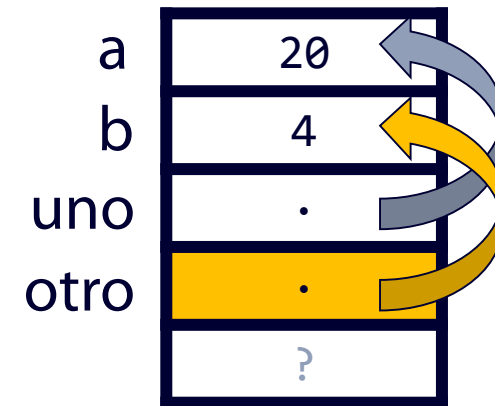
Parámetros por referencia

```
→ void intercambiar(int& uno, int& otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```



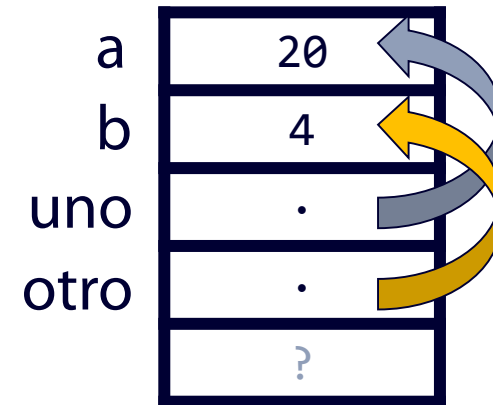
Parámetros por referencia

```
→ void intercambiar(int& uno, int& otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```



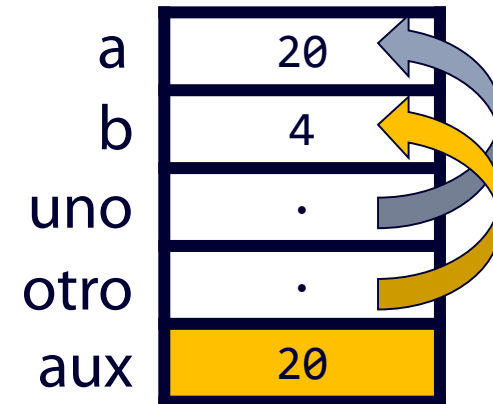
Parámetros por referencia

```
void intercambiar(int& uno, int& otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```



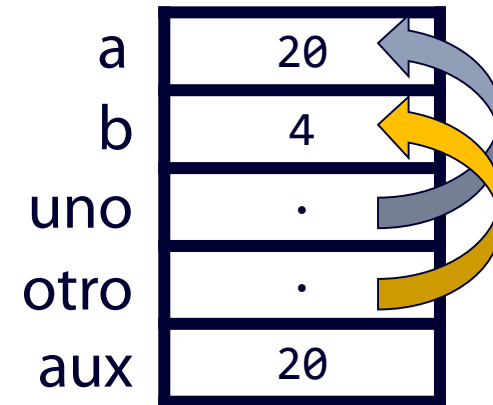
Parámetros por referencia

```
void intercambiar(int& uno, int& otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```



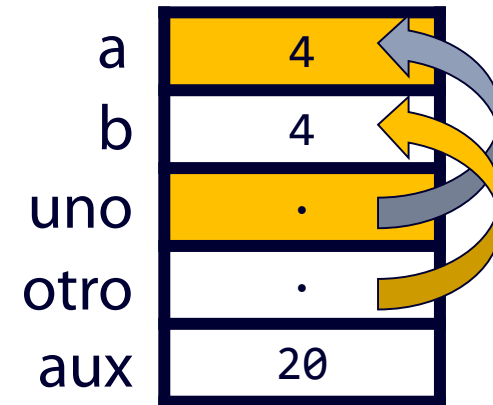
Parámetros por referencia

```
void intercambiar(int& uno, int& otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```




Parámetros por referencia

```
void intercambiar(int& uno, int& otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

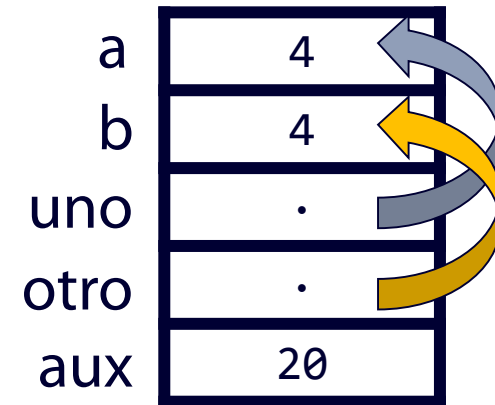


Parámetros por referencia

```
void intercambiar(int& uno, int& otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}
```




```
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```

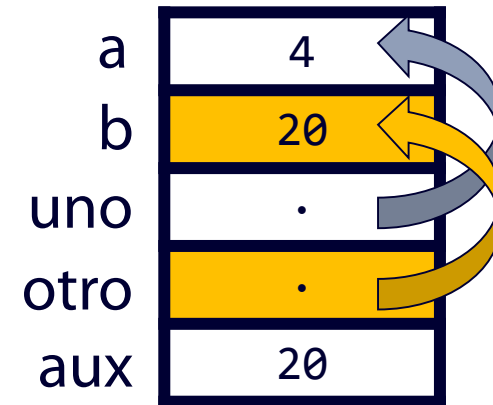


Parámetros por referencia

```
void intercambiar(int& uno, int& otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}
```



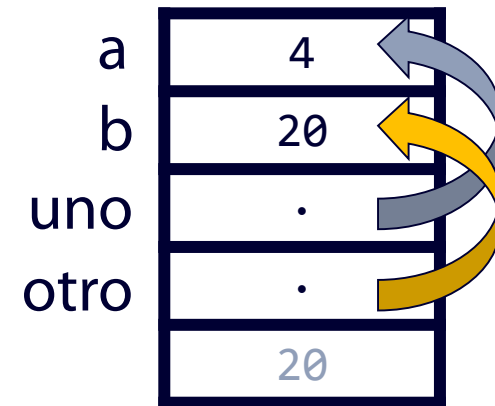
```
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```



Parámetros por referencia


```
void intercambiar(int& uno, int& otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}
```

```
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```



Parámetros por referencia

```
void intercambiar(int& uno, int& otro) {  
    int aux = uno;  
    uno = otro;  
    otro = aux;  
}  
  
int main() {  
    int a = 20;  
    int b = 4;  
    intercambiar(a, b);  
    cout << a << " " << b << endl;  
    return 0;  
}
```



a	4
b	20
	.
	.
	20



Comunicación mediante parámetros por referencia

- Ejecución en C++ Tutor

Intercambiar



Comunicación mediante parámetros por referencia

```
/*
 * Pre:  ---
 * Post: Ha asignado a los parámetros «nacimiento», «estatura» y «peso» los
 *       valores determinados por el usuario como respuesta a tres preguntas
 *       que le son formuladas acerca de su año de nacimiento, su
 *       estatura y su peso.
 */
void preguntarDatos(int& nacimiento, double& estatura, double& peso) {
    cout << "Escriba año de nacimiento: ";           // 1.ª pregunta
    cin >> nacimiento;                                // lee la respuesta
    cout << "Su estatura: ";                           // 2.ª pregunta
    cin >> estatura;                                    // lee la respuesta
    cout << "Su peso: ";                                 // 3.ª pregunta
    cin >> peso;                                        // lee la respuesta
}
```

preguntarDatos



preguntarDatos





Comunicación entre funciones

- ❑ Parámetros por valor
- ❑ Parámetros por referencia
- ❑ Valor devuelto
- ❑ Variables globales
 - **¡PROHIBIDAS EN ESTE CURSO!**

Variables globales

Constante global → ok

```
...  
const int FIN = 0;  
int n;  
  
void presentarTabla() {  
    cout << endl << "LA TABLA DEL " << n << endl;  
    unsigned i = 0;  
    while (i <= 10) {  
        cout << n << " x " << i << " = " << n * i << endl;  
        i++;  
    }  
}  
  
int main() {  
    cout << "¿Qué tabla desea escribir (" << FIN << " para acabar)?: ";  
    cin >> n;  
    while (n != FIN) {  
        presentarTabla();  
        cout << endl << "¿Qué tabla desea escribir (" << FIN << " para acabar)?: ";  
        cin >> n;  
    }  
    return 0;  
}
```

Variable global → ¡NO!

Problemas del uso de variables globales

- ❑ Diseño dependiente del nombre de las variables globales
 - Reducción de la capacidad de reutilización del código
- ❑ Efectos laterales debidos a la posibilidad de modificación de sus valores desde cualquier parte del código
- ❑ Reducción de la legibilidad de las funciones

Variables globales

Constante global → ok

```
...  
const int FIN = 0;  
int n;
```

Variable global → ¡NO!

```
void presentarTabla() {  
    cout << endl << "LA TABLA DEL " << n << endl;  
    unsigned i = 0;  
    while (i <= 10) {  
        cout << n << " x " << i << " = " << n * i << endl;  
        i++;  
    }  
}
```

¿La tabla de qué numero
va a escribir?

```
int main() {  
    cout << "¿Qué tabla desea escribir (" << FIN << " para acabar)? : ";  
    cin >> n;  
    while (n != FIN) {  
        presentarTabla();  
        cout << endl << "¿Qué tabla desea escribir (" << FIN << " para acabar)? : ";  
        cin >> n;  
    }  
    return 0;  
}
```

¿La tabla de qué numero
queremos escribir?

Variables globales

```
...  
const int FIN = 0;  
int n;
```

```
void presentarTabla() {  
    cout << endl << "LA TABLA DEL " << n << endl;  
    unsigned i = 0;  
    while (i <= 10) {  
        cout << n << " x " << i << " = " << n * i << endl;  
        i++;  
    }  
}
```

¿Si quiero reutilizar la función `presentarTabla()` en otro programa, qué me tengo que «llevar»?

```
int main() {  
    cout << "¿Qué tabla desea escribir (" << FIN << " para acabar)? : ";  
    cin >> n;  
    while (n != FIN) {  
        presentarTabla();  
        cout << endl << "¿Qué tabla desea escribir (" << FIN << " para acabar)? : ";  
        cin >> n;  
    }  
    return 0;  
}
```

Índice

- ❑ Funciones
- ❑ Especificación de funciones
- ❑ Estructuración de programas
 - Metodología de programación descendente
- ❑ Ámbito y vida
- ❑ Comunicación entre funciones

¿Cómo se puede estudiar este tema?

- Repasando estas transparencias
- Trabajando con el código de estas transparencias
 - <https://github.com/prog1-eina/tema-05-funciones>
- Leyendo el material adicional dispuesto en Moodle:
 - Enlaces a tutoriales de Cplusplus.com y Tutorials Point
 - Capítulo 4 de los apuntes del profesor Martínez
- Realizando los problemas de las próximas clases de problemas
- Realizando algunos de los ejercicios básicos sobre funciones disponibles en Moodle:
 - <https://moodle.unizar.es/add/mod/page/view.php?id=2504565>