Programación 1

Tema 5

Instrucciones simples y estructuradas

Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

Índice

- Instrucciones simples
- Instrucciones estructuradas

Instrucción

```
<instrucción> ::=
  <instrucciónSimple> |
  <instrucciónEstructurada>
```

Instrucciones. Instrucciones simples

- Instrucciones simples
  - De declaración
  - De expresión
    - Asignación
    - Incremento y decremento
    - Entrada y salida
    - Instrucción nula
  - De invocación
  - De devolución de valor

Instrucciones. Instrucciones estructuradas

- Instrucciones estructuradas
  - Bloques secuenciales de instrucciones
  - Instrucciones condicionales
  - Instrucciones iterativas
    - Bucles *while*
    - Instrucciones iterativas indexadas (bucles *for*)

Instrucciones simples de declaración

```
int x;
int i, j, k;
bool b;
int a = 100;
char c1 = 'h';
bool b = true;
double r2 = 1.5e6;
int n = 4 + 8;
char c = char(int('A') + 1);
boolean esDoce = (n == 12);
double r = sqrt(2.0);
const double PI = 3.141592653589793;
```

Instrucciones simples de expresión

- **Asignación**
  - `x = 10;`
  - `x = x + 10;`
  - `x += 10;`
- **Incremento** y **decremento**
  - `x++;`
  - `x--;`
- **Entrada** y **salida**
  -
```
cout << "Resultado: " << fixed
     << setprecision(2) << setw(8)
     << 2 * PI * r << endl;
```
  - `cin >> n1 >> n2;`

Instrucciones simples

- Nula
  - `;`
- Invocación a función
  - `presentarTabla(7);`
  - `intercambiar(m, n);`
  - `ordenar(a, b, c);`
- Devolución de valor en una función
  - `return 0;`
  - `return n;`
  - `return 2 * PI * r;`

Funciones

- Grupo de instrucciones a las que se la un nombre determinado para ser invocadas desde algún otro punto del programa
- Sintaxis:
  - Declaración
  - Definición
  - Invocación

Más adelante en el curso, no ahora

Fuente: "Functions". *Cplusplus.com.* 2000–2017. (http://www.cplusplus.com/doc/tutorial/functions/)

Funciones. Sintaxis

- <definición-función> ::=
  <tipo> <identificador>
  “(” [<lista-parámetros>] “)”
  <bloque-secuencial>
- <lista-parámetros> ::=
  <parámetro> { “,” <parámetro> }
- <parámetro> ::=
  <tipo> <identificador>
- <bloque-secuencial> ::=
  “{” { <instrucción> } “}”

Funciones. Sintaxis

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

Funciones. Sintaxis

- Restricciones a la sintaxis:
  - 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 de la invocación es el mismo (o es compatible) con el *i*-ésimo parámetro de la lista de parámetros de la definición.
  - 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`**.

Funciones. Ejemplo

	a	**b**	**c**	**d**	**e**	**f**	**g**	**h**
8	57	58	59	60	61	62	63	64
7	49	50	51	52	53	54	55	56
6	41	42	43	44	45	46	47	48
5	33	34	35	36	37	38	39	40
4	25	26	27	28	29	30	31	32
3	17	18	19	20	21	22	23	24
2	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	2	3	4	5	6	7	8

← columnas

↑ filas

En ajedrez, queremos calcular el número de escaque a partir del entero que identifica la fila y la letra que identifica la columna.

Funciones. Ejemplo de definición

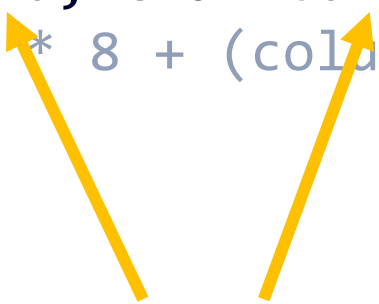
```
/* Pre:  1 ≤ fila ≤ 8 y
 *       'a' ≤ columna ≤ 'h'.
 * Post: Ha devuelto el número de escaque
 *       (entre 1 y 64) que corresponde a
 *       la fila y columnas establecidas por
 *       los parámetros de la función.
 */
int numEscaque(int fila, char columna) {
    return (fila - 1) * 8 + columna - 'a' + 1;
}
```

Funciones. Ejemplos de invocaciones

```
int numEscaque(int fila, char columna) {
    return (fila - 1) * 8 + (columna - 'a') + 1;
}
...

int primero = numEscaque(1, 'a');
int ultimo = numEscaque(8, 'h');

int fila = 3;
char columna = 'd';
int escaque = numEscaque(fila, columna);

cout << numEscaque(fila + 1, columna - 1) << endl;
```

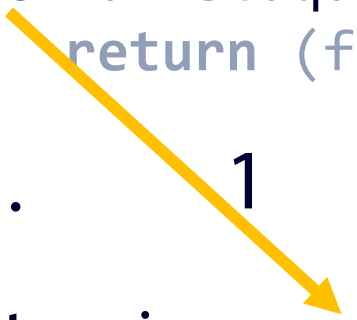
Funciones. Ejemplos de invocaciones

```
int numEscaque(int fila, char columna) {
    return (fila - 1) * 8 + (columna - 'a') + 1;
}
...

int primero = numEscaque(1, 'a');
int ultimo = numEscaque(8, 'h');

int fila = 3;
char columna = 'd';
int escaque = numEscaque(fila, columna);

cout << numEscaque(fila + 1, columna - 1) << endl;
```



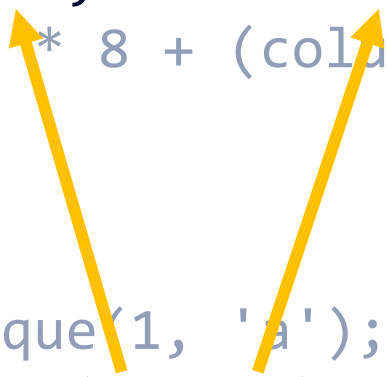
Funciones. Ejemplos de invocaciones

```
int numEscaque(int fila, char columna) {
    return (fila - 1) * 8 + (columna - 'a') + 1;
}
...

int primero = numEscaque(1, 'a');
int ultimo = numEscaque(8, 'h');

int fila = 3;
char columna = 'd';
int escaque = numEscaque(fila, columna);

cout << numEscaque(fila + 1, columna - 1) << endl;
```



Funciones. Ejemplos de invocaciones

```
int numEscaque(int fila, char columna) {
    return (fila - 1) * 8 + (columna - 'a') + 1;
}
...

int primero = numEscaque(1, 'a');
int ultimo = numEscaque(8, 'h');

int fila = 3;
char columna = 'd';
int escaque = numEscaque(fila, columna);

cout << numEscaque(fila + 1, columna - 1) << endl;
```



Funciones. Ejemplos de invocaciones

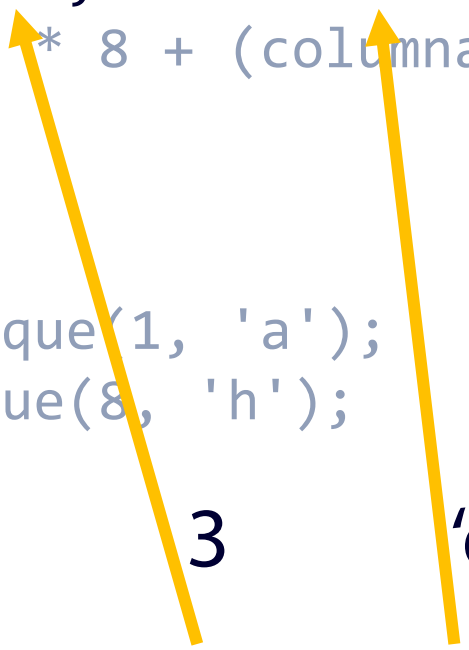
```
int numEscaque(int fila, char columna) {
    return (fila - 1) * 8 + (columna - 'a') + 1;
}
...
```

64

```
int primero = numEscaque(1, 'a');
int ultimo = numEscaque(8, 'h');

int fila = 3;
char columna = 'd';
int escaque = numEscaque(fila, columna);

cout << numEscaque(fila + 1, columna - 1) << endl;
```

Funciones. Ejemplos de invocaciones

```
int numEscaque(int fila, char columna) {
    return (fila - 1) * 8 + (columna - 'a') + 1;
}
...

int primero = numEscaque(1, 'a');
int ultimo = numEscaque(8, 'h');

int fila = 3;
char columna = 'd';
int escaque = numEscaque(fila, columna);

cout << numEscaque(fila + 1, columna - 1) << endl;
```



Funciones. Ejemplos de invocaciones

```
int numEscaque(int fila, char columna) {
    return (fila - 1) * 8 + (columna - 'a') + 1;
}
...

int primero = numEscaque(1, 'a');
int ultimo = numEscaque(8, 'h');

int fila = 3;
char columna = 'd';
int escaque = numEscaque(fila, columna);

cout << numEscaque(fila + 1, columna - 1) << endl;
```

20

Funciones. Ejemplos de invocaciones

```
int numEscaque(int fila, char columna) {
    return (fila - 1) * 8 + (columna - 'a') + 1;
}
...

int primero = numEscaque(1, 'a');
int ultimo = numEscaque(8, 'h');

int fil = 3;
char col = 'd';
int escaque = numEscaque(fil, col);

cout << numEscaque(fil + 1, col - 1) << endl;
```

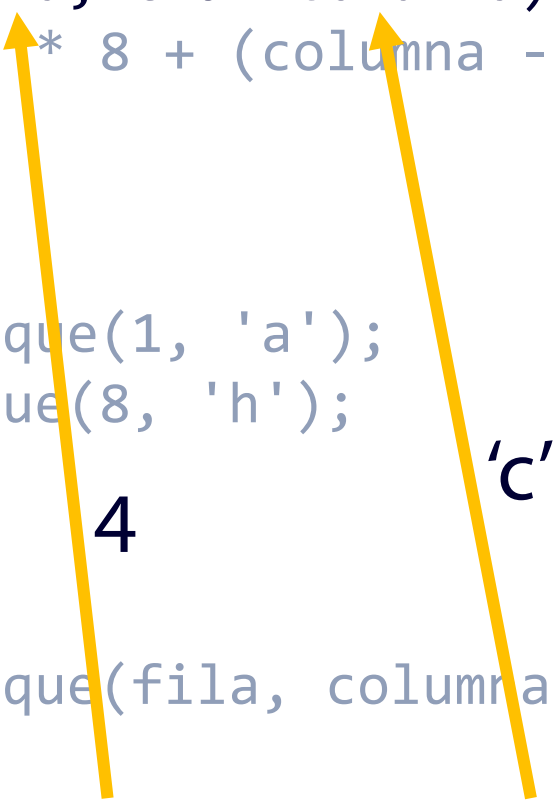
20

3

'd'

Funciones. Ejemplos de invocaciones

```
int numEscaque(int fila, char columna) {
    return (fila - 1) * 8 + (columna - 'a') + 1;
}
...

int primero = numEscaque(1, 'a');
int ultimo = numEscaque(8, 'h');

int fila = 3;
char columna = 'd';
int escaque = numEscaque(fila, columna);

cout << numEscaque(fila + 1, columna - 1) << endl;
```



Funciones. Ejemplos de invocaciones

```
int numEscaque(int fila, char columna) {
    return (fila - 1) * 8 + (columna - 'a') + 1;
}
...

int primero = numEscaque(1, 'a');
int ultimo = numEscaque(8, 'h');

int fila = 3;
char columna = 'd';
int escaque = numEscaque(fila, columna);

cout << numEscaque(fila + 1, columna - 1) << endl;
```

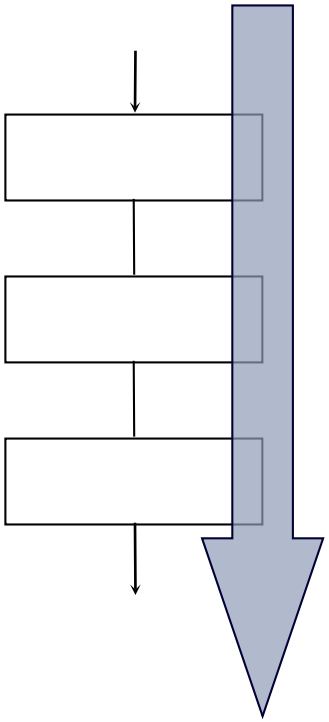
27

Instrucciones estructuradas

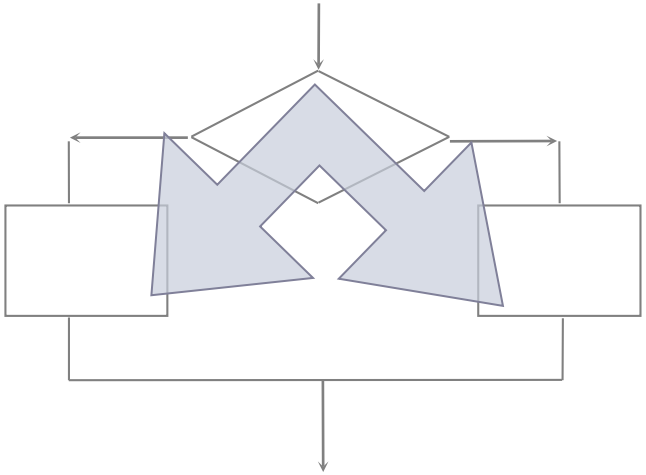
```
<instrucciónEstructurada> ::=
    <bloque-secuencial> |
    <instrucciónCondicional> |
    <instrucciónIterativa> |
    <instrucciónIterativaIndexada>
```

Instrucciones estructuradas

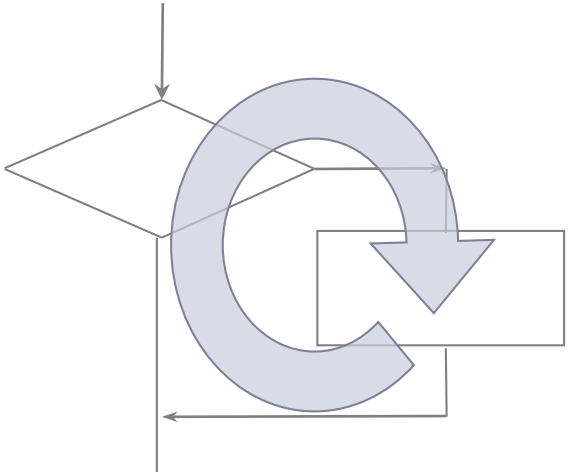
Secuencial



Condicional



Iterativa



Composición secuencial

<bloque-secuencial> ::=
“{” { <instrucción> } “}”

Composición secuencial

```
int main() {
   // Definición de la constante de cambio
   const double PTAS_POR_EURO = 166.386;

   // Petición y lectura del valor de pesetas
   cout << "Escriba una cantidad en pesetas: " << flush;
   int pesetas;
   cin >> pesetas;

   // Cálculo del equivalente en euros y céntimos
   int centimos = int((pesetas * 100 / PTAS_POR_EURO) + 0.5);
   int euros = centimos / 100;
   centimos = centimos % 100;

   // Escritura de resultados
   cout << "Equivale a " << euros << " euros y " << centimos
        << " céntimos" << endl;
   return 0;
}
```

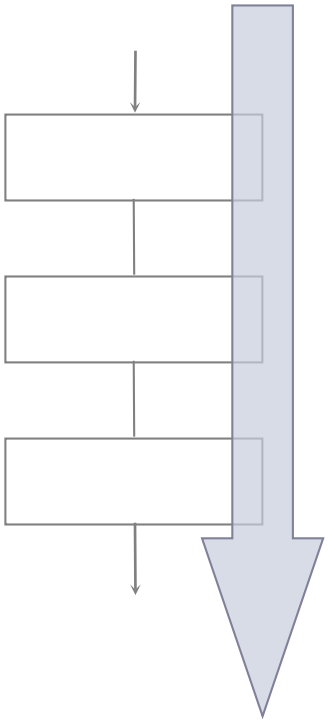
Composición secuencial

- Intercambio de los valores de dos variables

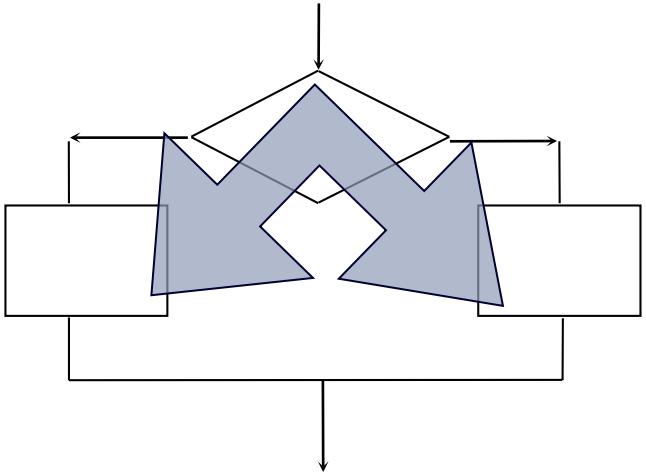
```
{
    int a = ...;
    int b = ...;
    // a=A0 y b=B0
    int temp = a;
    a = b;
    b = temp;
    // a=B0 y b=A0
}
```

Instrucciones estructuradas

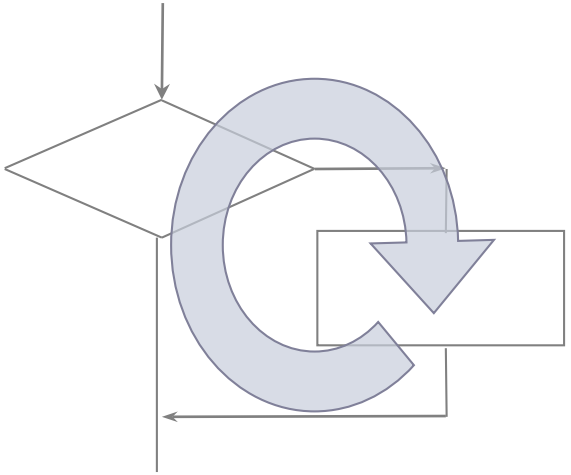
Secuencial



Condicional



Iterativa



Composición condicional

```
<instrucciónCondicional> ::=
  “if” “(” <condición> “)”
    <instrucción>
    [“else” <instrucción>]

<condición> ::= <expresión>
```

Composición condicional

- Semántica
  - Se evalúa la condición.
  - Si el valor resultante es *cierto*, se ejecuta únicamente la instrucción que sigue a la condición, una sola vez.
  - Si el valor resultante es *falso* y hay una cláusula **`else`**, se ejecuta únicamente la instrucción de la cláusula **`else`**, una sola vez.

Composición condicional

```
if (x >= 0) {
  cout << x << endl;
}
else {
  cout << -x << endl;
}
```

Programa completo

```
#include <iostream>
using namespace std;

/*
 * Pre:  ---
 * Post: Ha pedido al operador por un número y ha escrito en pantalla el
 *       valor absoluto del número suministrado por el operador.
 */
int main() {
    cout << "Introduzca un número: " << endl;
    double x;
    cin >> x;

    cout << "Su valor absoluto es: ";
    if (x >= 0) {
        cout << x << endl;
    }
    else {
        cout << -x << endl;
    }

    return 0;
}
```

Otro ejemplo

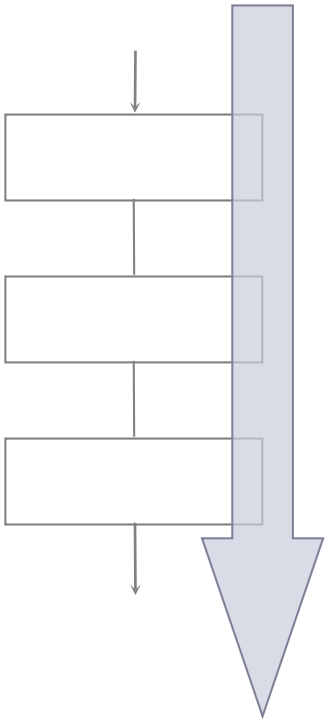
- Trozo de código que ordene los valores de dos variables enteras a y b, de forma que $a \leq b$

Otro ejemplo

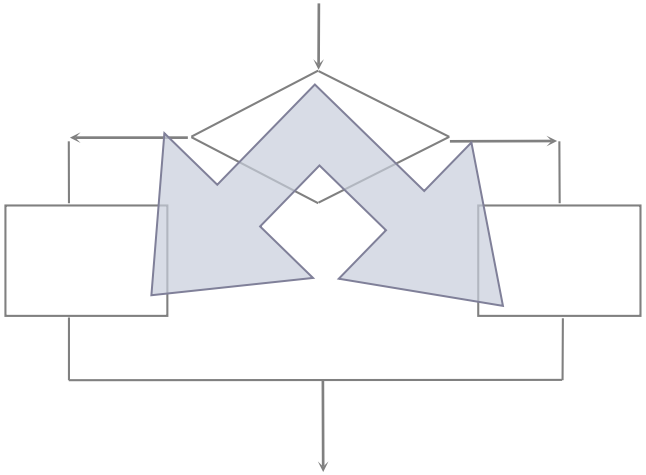
```
// Ordena los valores de las variables a y b

int a = ...;
int b = ...;

// a = A0 y b = B0
if (a > b) {
    int temp = a;
    a = b;
    b = temp;
}
// a ≤ b y ((a = A0 y b = B0) o (a = B0 y b = A0))
```

Instrucciones estructuradas

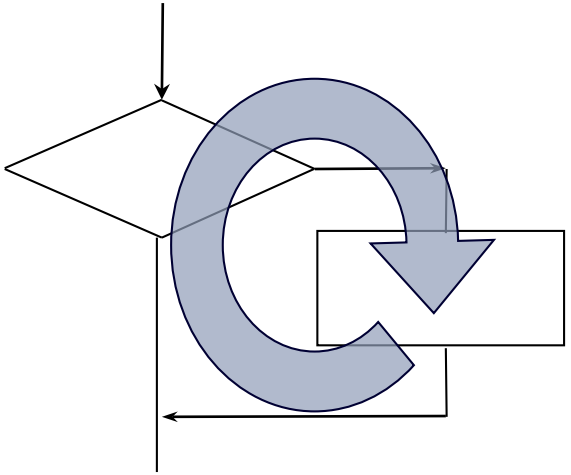
Secuencial



Condicional



Iterativa



Ejemplo. Función que escriba en la pantalla una tabla de multiplicar

```
/*
 *  Pre:  ---
 *  Post: Ha presentado 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(int n) {
   …
}
```

Ejemplo. Función que escriba en la pantalla una tabla de multiplicar

```
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
```

¿Una solución?

```
void presentarTabla(int n) {
    cout << endl;
    cout << "LA TABLA DEL " << n << endl;
    cout << setw(3) << n << " x   0 =   0"                    << endl;
    cout << setw(3) << n << " x   1 = " << setw(3) << n       << endl;
    cout << setw(3) << n << " x   2 = " << setw(3) << n *  2 << endl;
    cout << setw(3) << n << " x   3 = " << setw(3) << n *  3 << endl;
    cout << setw(3) << n << " x   4 = " << setw(3) << n *  4 << endl;
    cout << setw(3) << n << " x   5 = " << setw(3) << n *  5 << endl;
    cout << setw(3) << n << " x   6 = " << setw(3) << n *  6 << endl;
    cout << setw(3) << n << " x   7 = " << setw(3) << n *  7 << endl;
    cout << setw(3) << n << " x   8 = " << setw(3) << n *  8 << endl;
    cout << setw(3) << n << " x   9 = " << setw(3) << n *  9 << endl;
    cout << setw(3) << n << " x  10 = " << setw(3) << n * 10 << endl;
}
```

Composición iterativa

```
<instrucciónIterativa> ::=
    “while” “(” <condición> “)”
        <instrucción>
```

Composición iterativa

- Semántica
  - Se evalúa la `condición`
    → resultado *cierto* o *falso*
  - Mientras se evalúa como *cierto*, se ejecuta la `instrucción` que sigue a la `condición` y se vuelve a evaluar la `condición`
  - Cuando se evalúa como *falso*, concluye la ejecución de la instrucción iterativa

Ejemplo

```
void presentarTabla(int 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»
   int i = 0;
   while (i <= 10) {
      cout << setw(3) << n
           << " x " << setw(2) << i
           << " = " << setw(3) << n * i
           << endl;
      i++;
   }
}
```

Un problema

- Programa que calcule el factorial de un número

```
Escriba un número natural: 5
5! = 120
```

Factorial

```
#include <iostream>
using namespace std;

/*
 * Pre:  n >= 0
 * Post: Ha devuelto n!
 */
int factorial(int n) {
    ...
}

/*
 * Pre:  ---
 * Post: Ha pedido al operador un entero, lo ha leído de teclado y ha
 *       escrito en pantalla su factorial
 */
int main() {
    ...
}
```

Factorial

```
/*
 * Pre:  ---
 * Post: Ha pedido al operador un entero, lo ha leído de
 *       teclado y ha escrito en pantalla su factorial
 */
int main() {
   cout << "Escriba un número natural: " << flush;
   int n;
   cin >> n;

   cout << n << "! = " << factorial(n) << endl;

   return 0;
}
```

Factorial

```
/*
 * Pre:  n >= 0
 * Post: Ha devuelto n!
 */
int factorial(int n) {
   // Asigna a «factorial» el valor de «n»!, siendo n>=0
   int i = 1;
   int factorial = 1;                    // factorial = i!
   while (i < n) {
      i++;
      factorial = i * factorial; // factorial = i!
   }
   // i = n, factorial = i! ==> factorial = n!
   return factorial;
}
```

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                  // factorial = i!
while (i < n) {
   i++;
   factorial = i * factorial;       // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

n 4

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                  // factorial = i!
while (i < n) {
   i++;
   factorial = i * factorial;       // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

n	4
i	1

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                    // factorial = i!
while (i < n) {
   i++;
   factorial = i * factorial;         // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

n	4
i	1
fact	1

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                  // factorial = i!
while (i < n) {
   i++;
   factorial = i * factorial;       // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

true

n	4
i	1
fact	1

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                  // factorial = i!
while (i < n) {
   i++;
   factorial = i * factorial;       // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

n	4
i	1
fact	1

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                  // factorial = i!
while (i < n) {
   i++;
   factorial = i * factorial;       // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

n	4
i	2
fact	1

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                  // factorial = i!
while (i < n) {
   i++;
   factorial = i * factorial;       // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

n	4
i	2
fact	1

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                  // factorial = i!
while (i < n) {
   i++;
   factorial = i * factorial;       // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

n	4
i	2
fact	2

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                  // factorial = i!
while (i < n) {
   i++;
   factorial = i * factorial;       // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

true

n	4
i	2
fact	2

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                  // factorial = i!
while (i < n) {
    i++;
    factorial = i * factorial;      // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

n	4
i	2
fact	2

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                  // factorial = i!
while (i < n) {
    i++;
    factorial = i * factorial;      // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

n	4
i	3
fact	2

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                  // factorial = i!
while (i < n) {
   i++;
   factorial = i * factorial;       // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

n	4
i	3
fact	2

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                  // factorial = i!
while (i < n) {
   i++;
   factorial = i * factorial;       // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

n	4
i	3
fact	6

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                  // factorial = i!
while (i < n) {
   i++;
   factorial = i * factorial;       // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

true

n	4
i	3
fact	6

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                  // factorial = i!
while (i < n) {
    i++;
    factorial = i * factorial;      // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

n	4
i	3
fact	6

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                  // factorial = i!
while (i < n) {
   i++;
   factorial = i * factorial;       // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

n	4
i	4
fact	6

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                  // factorial = i!
while (i < n) {
   i++;
   factorial = i * factorial;       // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

n	4
i	4
fact	6

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                  // factorial = i!
while (i < n) {
    i++;
    factorial = i * factorial;      // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

n	4
i	4
fact	24

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                  // factorial = i!
while (i < n) {
   i++;
   factorial = i * factorial;       // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

false

n	4
i	4
fact	24

Factorial

```
/*
 * Asigna a «factorial» el valor de n!,
 * siendo n>=0
 */
int i = 1;
int factorial = 1;                  // factorial = i!
while (i < n) {
   i++;
   factorial = i * factorial;       // factorial = i!
}
// i = n, factorial = i! → factorial = n!
```

n	4
i	4
fact	24

Composición iterativa indexada

```
<instrucciónIterativaIndexada> ::=
  “for” “(” <inicialización> “;”
            <condición> “;”
            <actualización> “)”
    <instrucción>

<inicialización> ::= <instrucción>
<condición> ::= <expresión>
<actualización> ::= <instrucción>
```

Composición iterativa indexada

- Semántica
  - Se ejecuta la instrucción de inicialización
  - Se evalúa la condición → resultado *cierto* o *falso*
  - Mientras el resultado es *cierto*:
    - Se ejecuta la instrucción del cuerpo del bucle
    - Se ejecuta la instrucción de actualización
    - Se vuelve a evaluar la condición
  - Cuando el resultado el *falso*, concluye la ejecución de la instrucción iterativa indexada

Ejemplo

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

Equivalencias bucles *while* y *for*

```
for ( <inicialización>; <condición>;
            <actualización> )
   <instrucción>


<inicialización>;
while (<condición>) {
  <instrucción>;
  <actualización>;
}
```

Factorial

```
/*
 *  Asigna a «factorial» el valor de n!, siendo n>=0
 */
int factorial = 1;
for (int i = 1; i <= n; i++) {
   factorial = i * factorial;      // factorial = i!
}
// factorial = n!
```

Índice

- Instrucciones simples
- Instrucciones estructuradas