# Estructuras de Datos y Algoritmos

## TAD genéricos

## Lección 4



Universidad Zaragoza

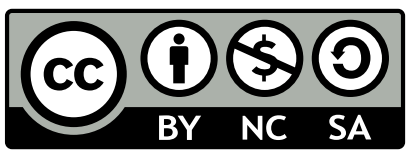
Dpto. de Informática e Ingeniería de Sistemas
Universidad de Zaragoza, España

Curso 2024/2025

**Grado en Ingeniería Informática**

Universidad de Zaragoza

*Aula 0.04, Edificio Agustín de Betancourt*



# Índice



Universidad Zaragoza

# Índice



Universidad Zaragoza

# ¿Qué permite la genericidad?

- Escribir trozos de **código genérico** (subprogramas, módulos, clases, etc.) que incluyen referencias a uno o varios nombres de tipos de datos (o clases o incluso algoritmos)
  - Sin declaración explícita: *parámetros de tipo, de procedimiento o de función*
- **Especificar restricciones** para los parámetros de tipo del código genérico
- Particularizar (**concretar**) el código anterior
  - Indicando los tipos concretos de dato en los que se convierte los parámetros de tipo de código genérico
  - Generando código concreto
  - Estas dos tareas son realizadas por el compilador en tiempo de compilación

Universidad Zaragoza

# Índice



Universidad Zaragoza

# TAD genéricos

**TAD en cuya especificación aparece un (o varios) *parámetro formal***

- El parámetro es el nombre de un tipo básico no concretado (i.e., no definido)

Universidad Zaragoza

# TAD genéricos

- Estos dos TAD **no** son genéricos

```
espec monedas
    usa naturales
    género moneda
    {Los valores del TAD moneda representan
        valores posibles de una moneda}
    operaciones
        c1:  -> moneda
        {devuelve una moneda de 1 céntimo}
        c10: -> moneda
        {devuelve una moneda de 10 céntimos}
        c50: -> moneda
        {devuelve una moneda de 50 céntimos}
        e1:  -> moneda
        {devuelve una moneda de 1 euro}
        precio: moneda  m -> natural
        {devuelve el valor de la moneda m
            en céntimos}
fespec
```

```
espec monederos
    usa monedas, naturales
    género monedero
    {Los valores del TAD monedero representan valores
    posibles de un multiconjunto de monedas, es decir,
    pueden estar repetidas}
    operaciones
        vacío: -> monedero
        {devuelve un monedero vacío, sin monedas}
        meter: monedero s, moneda m -> monedero
        {devuelve el monedero resultante de añadir
            un ejemplar de la moneda m a s}
        sacar: monedero s, moneda m -> monedero
        {devuelve el monedero resultante de extraer
            un ejemplar de la moneda m de s; si no
            hay ninguna moneda m en s, devuelve un
            monedero igual a s}
        cuántas: monedero s, moneda m -> natural
        {devuelve el nº de unidades de la moneda m
            en s}
        valor: monedero s -> natural
        {devuelve la suma de los valores de todas
            las monedas de s}
fespec
```

# TAD genéricos

**El código resultante de TAD no genéricos es no genérico**

```
módulo monedas
exporta
    tipo moneda = (c1, c10, c50, e1)
    función precio(m: moneda) devuelve natural
implementación
    función precio(m: moneda) devuelve natural
    principio
        selección
            m = c1: devuelve 1;
            m = c10: devuelve 10;
            m = c50: devuelve 50;
            m = e1: devuelve 100;
        fselec
    fin
fin
```

Universidad Zaragoza

# TAD genéricos

## El código resultante de TAD no genéricos es no genérico

```
módulo monederos
importa monedas
exporta
    tipo monedero
    procedimiento vacío(sal s: monedero)
    procedimiento meter(e/s s: monedero;
                        ent m: moneda)
    procedimiento sacar(e/s s: monedero;
                        ent m: moneda)
    función cuántas(s: monedero; m: moneda)
                        devuelve natural
    función valor(s: monedero) dev. natural
implementación
    tipo monedero = vector[moneda] de natural

    procedimiento vacío(sal s: monedero)
    variable m: moneda
    principio
        para m := c1 hasta e1 hacer
            s[m] := 0
        fpara
    fin

    procedimiento meter(e/s s: monedero;
                        ent m: moneda)
    principio
        s[m] := s[m] + 1
    fin

    procedimiento sacar(e/s s: monedero;
                        ent m: moneda)
    principio
        si s[m] > 0 entonces s[m] := s[m] - 1 fsi
    fin

    función cuántas(s: monedero; m: moneda)
                        devuelve natural
    principio
        devuelve s[m]
    fin

    función valor(s: monedero)
                        devuelve natural
    variables v:natural; m:moneda
    principio
        v := 0;
        para m := c1 hasta e1 hacer
            v := v + cuántas(s, m)*precio(m)
        fpara
        devuelve v
    fin
fin {módulo monederos}
```

# TAD genéricos

## Otros dos TAD no genéricos

```
espec frutas
    usa naturales
    género fruta
    {Los valores del TAD fruta representan
        valores posibles de una fruta}
    operaciones
        pera: -> fruta
        {devuelve una pera}
        manzana: -> fruta
        {devuelve una manzana}
        limón: -> fruta
        {devuelve un limón}
        pomelo: -> fruta
        {devuelve un pomelo}
        papaya: -> fruta
        {devuelve una papaya}
        precio: fruta f -> natural
        {devuelve el valor de la fruta f}
fespec
```

```
espec frutero
    usa frutas, naturales
    género frutero
    {Los valores del TAD frutero representan valores
        posibles de un multiconjunto de frutas, es
        decir, pueden estar repetidas}
    operaciones
        vacío: -> frutero
        {devuelve un frutero vacío, sin frutas}
        meter: frutero s, fruta f -> frutero
        {devuelve el frutero resultante de añadir un
            ejemplar de la fruta f a s}
        sacar: frutero s, fruta f -> frutero
        {devuelve el frutero resultante de extraer un
            ejemplar de la fruta f de s; si no hay
            ninguna fruta f en s, devuelve un frutero
            igual a s}
        cuántas: frutero s, fruta f -> natural
        {devuelve nº de unidades de la fruta f en s}
        valor: frutero s -> natural
        {devuelve la suma del precio de todas
            las frutas de s}
fespec
```

# TAD genéricos

- Codificación idéntica a los monederos (cambiando `moneda` por `fruta`)
- Parametrización del TAD para ahorro de código y tiempo de desarrollo: el TAD *genérico* `saco`

```
espec sacosGenéricos
    usa naturales
    parámetro formal
        género elemento
        operaciones
            precio: elemento e -> natural
            iguales: elemento e1, elemento e2 -> bool
    fpf
    género saco
    {Los valores del TAD saco representan valores posibles de un
        multiconjunto de elementos, es decir, pueden estar repetidos}
    operaciones
        vacío: -> saco
        {devuelve un saco vacío, sin elementos}
        meter: saco s, elemento e -> saco
        {devuelve el saco resultante de añadir un ejemplar del elemento
             e a s}
        sacar: saco s, elemento e -> saco
        {devuelve el saco resultante de extraer un ejemplar del
            elemento e de s; si no hay ningún elemento e en s, devuelve
             un saco igual a s}
        cuántos: saco s, elemento e -> natural
        {devuelve el nº de unidades del elemento e que hay en s}
        valor: saco s -> natural
        {devuelve la suma del precio de todos los elementos de s; para
            su cálculo será preciso usar la operación precio, que deber
            á estar definida para los datos de tipo elemento}
fespec
```

*El parámetro es un tipo no definido (elemento) al que se le exige tener definidas unas operaciones con los perfiles que tienen la operación `precio` e `iguales`*

*Nombre del TAD genérico*

# TAD genéricos

## Implementación del módulo genérico saco

```
módulo genérico sacosGen
parámetros
    tipo elemento
    con función precio(e: elemento) devuelve natural
    con función iguales(e1, e2: elemento) devuelve booleano
exporta
    tipo saco
    procedimiento vacío(sal s: saco)
    procedimiento meter(e/s s: saco; ent e: elemento)
    procedimiento sacar(e/s s: saco; ent e: elemento)
    función cuántos(s: saco; e: elemento) devuelve natural
    función valor(s: saco) devuelve natural
implementación
    ...
```

*Parámetro de tipo (sin restricciones)*

*Parámetros de función*

# TAD genéricos

## Implementación del módulo genérico saco

```
    ...
implementación
    constante maxNum = 1000000
    tipo unElemto = registro
                        elElemto: elemento;
                        numVecesRepetido: natural
                    freg
        elementos = vector[1..maxNum] de unElemto
        saco = registro
                    losElementos: elementos;
                    numDistintos: natural
                freg

    procedimiento vacío(sal s: saco)
    variable e: elemento
    principio
        s.numDistintos := 0
    fin
    ...
fin {módulo sacosGen}
```

# TAD genéricos

## Uso de módulos genéricos

```
procedimiento foobar
importa monedas, frutas, sacosGen
{en los módulos 'monedas' y 'frutas' están definidos los tipos moneda,
    fruta, y una función 'precio' para monedas y otra para frutas;
    suponemos que en pseudocódigo está predefinida
   la comparación de igualdad, "=", para datos enumerados}
módulo monedero = sacosGen(moneda,precio, "=");
módulo frutero = sacosGen(fruta,precio, "=");
variables m: monedero.saco; f: frutero.saco
principio
    ...
    vacío(m);
    meter(m, e1);
    vacío(f);
    meter(f, pera);
    ...
fin
```

# Índice



Universidad Zaragoza

# Implementación en C++

- **C++ no implementa realmente la genericidad**
  - No se puede obtener un código objeto (compilado) que sea genérico
- **La genericidad en C++ se puede *simular* mediante plantillas** (llamadas *templates*)
  - El compilador sustituye el texto del parámetro formal por el parámetro actual
  - No se genera un código objeto genérico, sino que se genera un código objeto distinto para cada particularización del parámetro formal

**¡OJO!** En las *templates*, **el archivo de cabecera (extensión `.hpp`) incluirá la implementación de las operaciones**

Universidad Zaragoza

# Implementación en C++

## Ejemplo: módulo genérico saco (archivo «saco.hpp»)

```
#ifndef _SACO_HPP_
#define _SACO_HPP_

const int MAX_NUM_ELEMENTOS = 1000;

// Interfaz del TAD. Pre-declaraciones:

template<typename Elemento> struct Saco;
/* El tipo Elemento requerirá tener las funciones
 * int precio(const Elemento& e);
 * bool operator==(const Elemento& e1, const Elemento& e2);
 */

template<typename Elemento> void vacio(Saco<Elemento>& s);
template<typename Elemento> bool meter(Saco<Elemento>& s, const Elemento& e);
template<typename Elemento> void sacar(Saco<Elemento>& s, const Elemento& e);
template<typename Elemento> int cuantos(const Saco<Elemento>& s, const Elemento& e);
template<typename Elemento> int valor(const Saco<Elemento>& s);

// Operación auxiliar (interna)
template<typename Elemento> int buscar(const Saco<Elemento>& s, const Elemento& e);
...
```

```
// Declaración

template<typename Elemento> struct Saco {
    friend void vacio<Elemento>(Saco<Elemento>& s);
    friend bool meter<Elemento>(Saco<Elemento>& s, const Elemento& e);
    friend void sacar<Elemento>(Saco<Elemento>& s, const Elemento& e);
    friend int cuantos<Elemento>(const Saco<Elemento>& s, const Elemento& e);
    friend int valor<Elemento>(const Saco<Elemento>& s);
    friend int buscar<Elemento>(const Saco<Elemento>& s, const Elemento& e);

private:
    struct Repeticiones {
        Elemento dato;
        int numRep;
    };
    Repeticiones elementos [MAX_NUM_ELEMENTOS];
    int total;
};
...
```

```
// Implementación de las operaciones
template<typename Elemento> void vacio(Saco<Elemento>& s) {
    s.total = 0;
}

template<typename Elemento> int buscar(const Saco<Elemento>& s, const Elemento& e) {
    ...
}

template<typename Elemento> bool meter(Saco<Elemento>& s, const Elemento& e) {
    ...
}

template<typename Elemento> void sacar(Saco<Elemento>& s, const Elemento& e) {
    ...
}

template<typename Elemento> int cuantos(const Saco<Elemento>& s, const Elemento& e) {
    ...
}

template<typename Elemento> int valor(const Saco<Elemento>& s) {
    ...
}

#endif
```

*[ver implementación completa en el material de clase]*

Universidad Zaragoza

**Trabajo encargado**

**Leer lección 4 de los apuntes y código C++ en la Web**

# Estructuras de Datos y Algoritmos

## TAD genéricos

## Lección 4



Universidad Zaragoza

1542

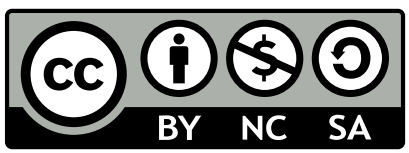
Dpto. de Informática e Ingeniería de Sistemas
Universidad de Zaragoza, España

Curso 2024/2025

**Grado en Ingeniería Informática**

Universidad de Zaragoza

*Aula 0.04, Edificio Agustín de Betancourt*




Adaptadas de diapositivas de Javier Campos