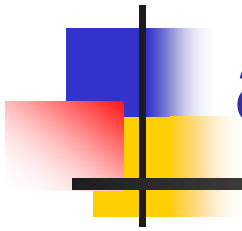


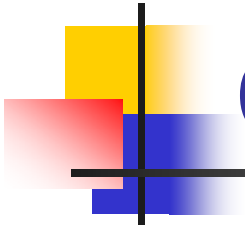
Tema 6: Programación Orientada a Objetos en C#

Programación Orientada a Objetos

Curso 2009/2010

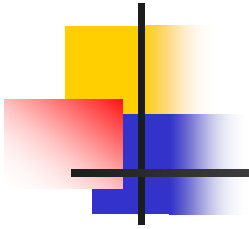
Begoña Moros Valle

DIS
Departamento de
Informática y Sistemas



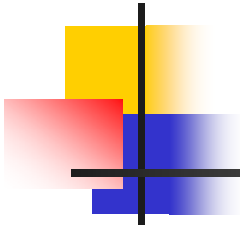
Contenido

- Introducción.
- **Clases y Objetos en C#:**
  - Módulos: Clases, Estructuras, Espacios de nombres, Ensamblados.
  - Tipos del lenguaje.
  - Definición y semántica de los operadores.
  - Métodos y mensajes. Paso de parámetros.
  - Construcción de objetos.
- **Herencia en C#:**
  - Polimorfismo y ligadura.
  - Clase object.
  - Casting y Compatibilidad de tipos.
  - Clases abstractas.
  - Interfaces.
  - Herencia múltiple.
  - Genericidad.
  - Estrategias – Delegados.
  - Iteradores.
- **Corrección y Robustez en C#:** asertos y excepciones



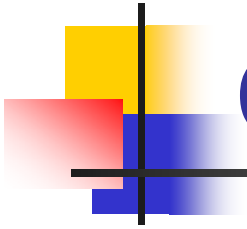
Introducción

- C# es un lenguaje creado por **Microsoft** y liderado por **Anders Heljsberg**.
- Es un **lenguaje orientado a objetos puro** inspirado en C++, Java, Delphi y Eiffel.
- Las aplicaciones C# son ejecutadas en un entorno controlado llamado **CLR** (*Common Language Runtime*).
- El lenguaje está **estandarizado** en ECMA e ISO.
- Actualmente está en la versión 3.0.



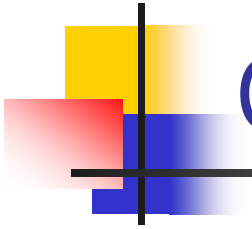
Plataforma .NET

- El compilador de C# genera **código intermedio** para la **plataforma .NET**.
- El código intermedio es ejecutado por una máquina virtual: **CLR**
- C# es sólo uno de los lenguajes de la plataforma .NET: C++, VB.NET, Eiffel.NET, etc.
- La plataforma .NET está ligada a los sistemas operativos **Windows**.
- **Proyecto Mono**:
  - Implementación de .NET en otros sistemas operativos.
  - Incluye un compilador para C#.



Clases y Objetos en C#

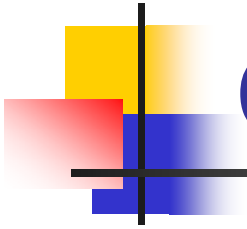
- Clases.
- Propiedades.
- Visibilidad.
- Espacios de nombres.
- Ensamblados.
- Tipos del lenguaje.
- Construcción de objetos.
- Estructuras.
- Asignación y copia.
- Identidad e igualdad.
- Métodos y mensajes.
- Paso de parámetros.
- Operadores.
- Instancia actual.
- Método Main.



Clases

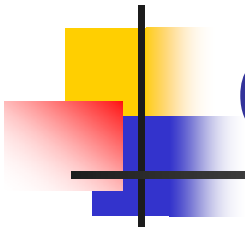
- En C# los elementos que definen una clase son:
  - **Atributos**, **métodos** y **constructores** (= Java y C++)

- La declaración de una clase comparte aspectos en común con Java y C++:
  - La declaración de una clase incluye la definición e implementación (= Java).
  - Un fichero de código fuente (extensión .cs) puede contener la declaración de varias clases (= C++).



Clases

- C# añade dos nuevos tipos de declaraciones:
  - **Propiedades**:
    - Representan características de los objetos que son accedidas como si fueran atributos.
    - Ocultan el uso de métodos get/set.
    - Una propiedad puede representar un atributo calculado.
  - **Eventos**:
    - Notificaciones que envía un objeto a otros objetos cuando se produce un cambio de estado significativo.
- Propiedades y eventos son el soporte para el **Desarrollo de Software basado en Componentes**.



Clase Cuenta 1/4

```
public class Cuenta {
        // Constante
        private const int MAX_OPERACIONES = 20;

              // Atributo de clase
        private static int ultimoCodigo = 0;

              // Atributos de instancia
        private int codigo;
        private double saldo = 100;
        private readonly Persona titular;
        private EstadoCuenta estado;
        private double[] ultimasOperaciones;
        …
```

Clase Cuenta 2/4

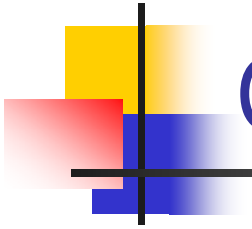
```
public class Cuenta
{
      …
      // Constructor
      public Cuenta(Persona titular, double saldo)
      {
            this.codigo = ++ultimoCodigo;
            this.titular = titular;
            this.saldo = saldo;
            estado = EstadoCuenta.OPERATIVA;
            ultimasOperaciones = new double[MAX_OPERACIONES];
      }
      …
}
```

Clase Cuenta 3/4

```
public class Cuenta
{       …
                // Propiedades
         public double Saldo
         {
             get { return saldo; }
         }
         public Persona Titular
         {
             get { return titular; }
         }
         public int Codigo
         {
             get { return codigo; }
         }
}
```

Clase Cuenta 4/4

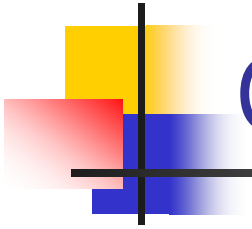
```
public class Cuenta
{ …
                // Métodos de instancia
        public void Ingreso(double cantidad) {
            saldo = saldo + cantidad;
        }
        public void Reintegro(double cantidad){
            if (cantidad <= saldo)
                saldo = saldo - cantidad;
        }

        // Métodos de clase
        public static int GetNumeroCuentas() {
            return ultimoCodigo;
        }
    }
```



Clases

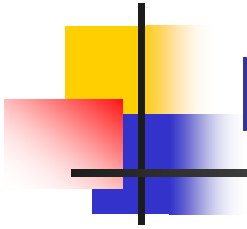
- Los **miembros** de una clase pueden ser de **instancia** (por defecto) o de **clase**, utilizando el modificador **`static`** (= Java y C++).

- Los **atributos de sólo lectura** se marcan utilizando el modificador **`readonly`** (= `final` de Java y `const` de C++):
  - `readonly Persona titular;`



Clases

- Las **constantes** se declaran `const` (= `final static` de Java y `const static` de C++):
  - **`private const int MAX_OPERACIONES = 20;`**
- Está permitida la **inicialización de los atributos** en la declaración (= Java):
  - **`private double saldo = 100;`**
- Los **atributos no inicializados** en la declaración o en los constructores toman el valor por defecto de su tipo de datos (= Java).



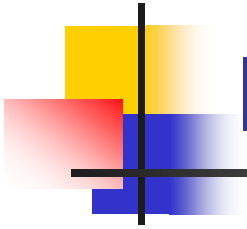
Propiedades

- **Declaración** de propiedades:

```
public double Saldo
{
    get { return saldo; }
}
```

- Se usan como atributos, pero el acceso se realiza invocando a métodos get/set:

```
Console.WriteLine("Saldo de la cuenta: " + cuenta.Saldo);
```



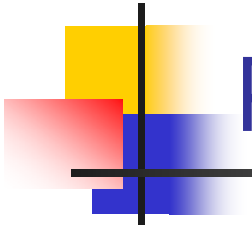
Propiedades

- Los métodos get/set pueden realizar cálculos:

```
public double SaldoDolar
{
   get { return saldo * Banco.CambioDolar(); }
}
```

- El acceso a la propiedad oculta el cálculo:

```
Console.WriteLine("Saldo en dólares: " + cuenta.SaldoDolar );
```

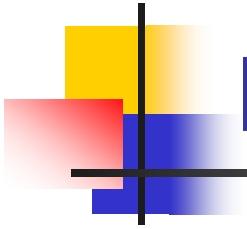


Propiedades

- En la definición de un método set, el identificador **`value`** representa el valor que va a ser asignado:

```
public double Saldo
{
    get { return saldo; }
    private set { saldo = value; }
}
```

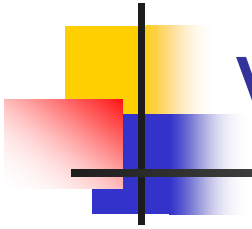
- Es posible indicar un nivel de visibilidad distinto para cada uno de los métodos.



Propiedades

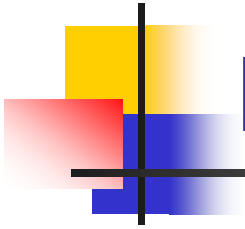
- **Declaración automática de propiedades**:
  - Evitamos tener que declarar el atributo.
  - Los métodos get/set sólo consultan y modifican la propiedad.

```
public double Saldo
{
      get;
      private set;
}
```



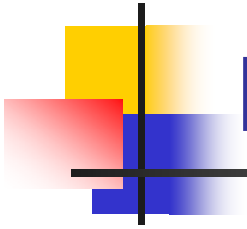
Visibilidad

- El **nivel de visibilidad** se especifica para cada declaración (= Java):
  - **public**: visible para todo el código.
  - **private**: visible sólo para la clase.
  - **protected**: visibilidad para la clase y los subtipos.
  - **internal**: visibilidad para el “ensamblado”.
  - **protected internal**: visibilidad para la clase y subtipos dentro del mismo ensamblado.
- Por defecto, las declaraciones en una clase son privadas (= C++).



Espacios de nombres

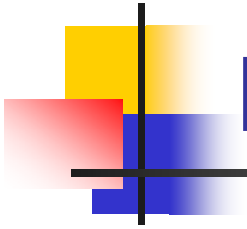
- Un espacio de nombres (**`namespace`**) es un mecanismo para agrupar un conjunto de declaraciones de tipos relacionadas (= C++)
- **Evita la colisión de los nombres** de identificadores.
- Se declaran con **`namespace`** y pueden estar definidos en varios ficheros de código fuente.
- Los espacios de nombres pueden estar **anidados**.
- Son diferentes a los paquetes de Java.



Espacios de nombres

- Para hacer uso de un tipo declarado en un espacio de nombre se califica su nombre:
  - `GestionCuentas.Cuenta`
- Podemos indicar que se usan todas las declaraciones de un espacio de nombres con `using`.

```
using System;
using System.Text;

namespace GestionCuentas
{
    enum EstadoCuenta { … }
    class Cuenta { … }
}
```

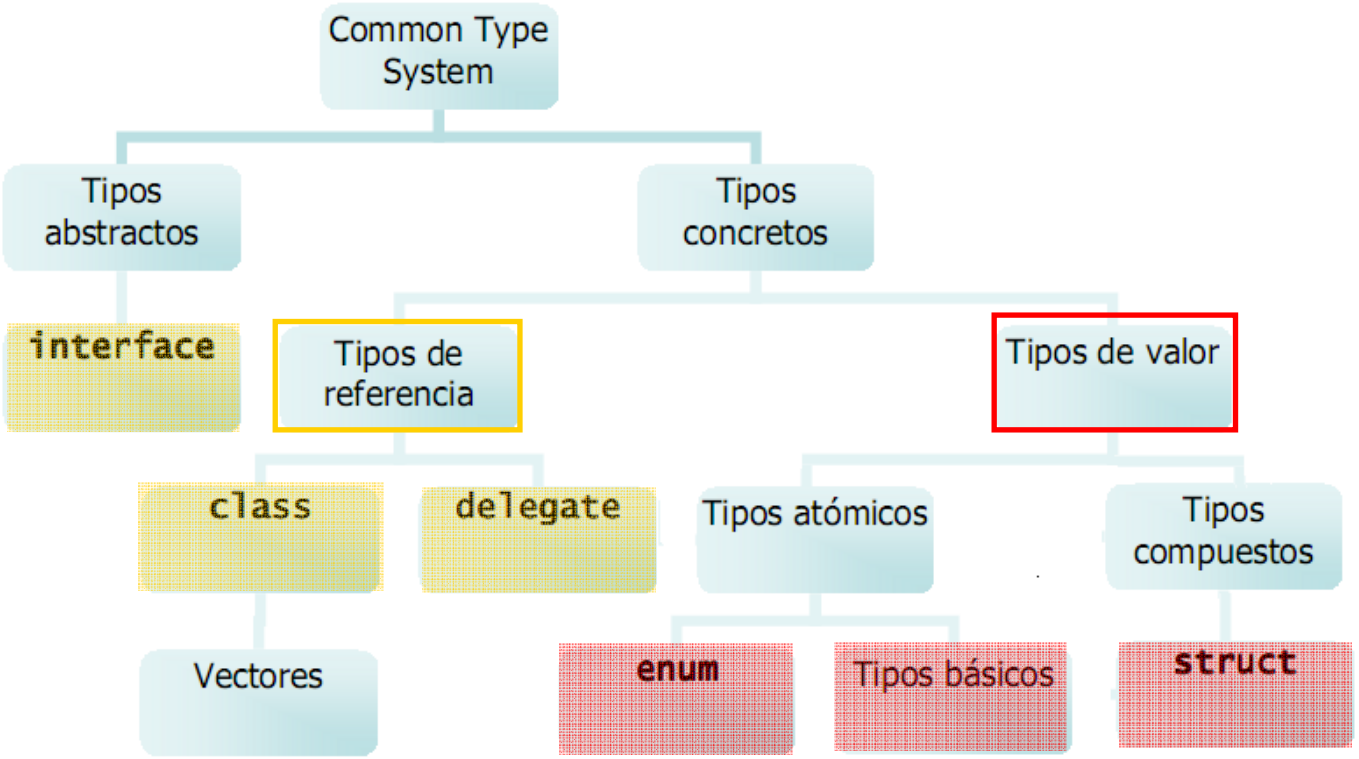


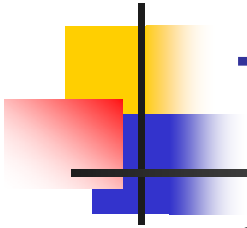
Ensamblados

- C# define un nivel de visibilidad entre los tipos que forman parte del mismo “ensamblado”:
  ➔ visibilidad **`internal`**.
- **Ensamblado**: unidad de empaquetado de software en la plataforma .NET
  - Un fichero ejecutable es un ensamblado.
  ➔ Un ensamblado es un **componente software**.
- Visibilidad de los tipos: **`internal`** o **`public`**.
- Por defecto, la visibilidad es **`internal`**.

Tipos del lenguaje

- Corresponden con los tipos de la plataforma .NET: ***Common Type System*** (CTS):



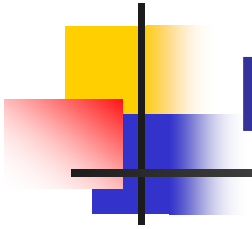


Tipos del lenguaje

- C# es un lenguaje **orientado a objetos puro**.

  ➔ Todos los tipos definen objetos.

- Se distinguen dos **tipos de datos**:
  - Tipos con **semántica referencia**: clases, interfaces, arrays y “delegados”. Aceptan el valor `null`.
  - Tipos con **semántica por valor**: tipos primitivos, enumerados y estructuras.
- Por tanto, los **tipos primitivos** son objetos:
  - Podemos aplicar métodos sobre los tipos primitivos como `ToString` o `Equals`.
  - Tipos: `char`, `int`, `long`, `float`, `double`, `bool`, etc.



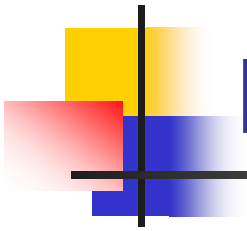
Enumerados

- Los enumerados son objetos con **semántica valor**.

- **Declaración** de un enumerado:

```
enum EstadoCuenta { OPERATIVA, INMOVILIZADA, NUMEROS_ROJOS }
```

- Al igual que en C++, las etiquetas del enumerado representan valores enteros.

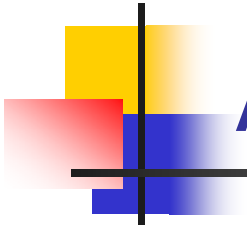


Enumerados

- **Uso** de un enumerado:

```
public class Cuenta
{    …
     private EstadoCuenta estado;

     public Cuenta(Persona titular, double saldo)
     { …
          estado = EstadoCuenta.OPERATIVA;
     }
```

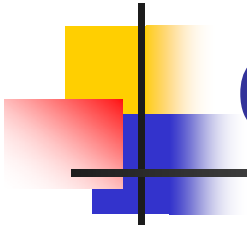
- Si no se inicializa un enumerado, toma como **valor por defecto** la primera etiqueta.



Arrays

- Los arrays son objetos con **semántica referencia**.
- Se declaran y usan igual que en Java:

```
public class Cuenta
{
   …
   private double[] ultimasOperaciones;

   public Cuenta(Persona titular, double saldo)
   {
       …
       ultimasOperaciones = new double[MAX_OPERACIONES];
   }
```



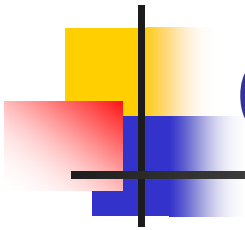
Construcción de objetos

- **Declaración y construcción** de objetos

```
Persona persona;

persona = new Persona("34565433", "Juan González");

Cuenta cuenta = new Cuenta(persona, 300);
```

- La declaración de una variable (por valor o referencia) no la inicializa.

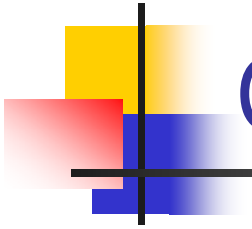
- Los objetos se crean con el operador **new**.



Constructores

- **Declaración** de constructores (= C++ y Java):
  - Tienen el nombre de la clase y no declaran tipo de retorno.
  - Se permite **sobrecarga**.
  - Si no se define un constructor, el compilador incluye el **constructor por defecto** (vacío y sin argumentos).

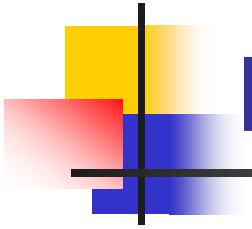
```
public Cuenta(Persona titular, double saldo)
{
      this.codigo = ++ultimoCodigo;
      this.titular = titular;
      this.saldo = saldo;
      estado = EstadoCuenta.OPERATIVA;
      ultimasOperaciones = new double[MAX_OPERACIONES];
}
```



Constructores

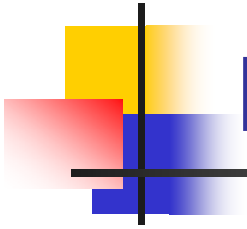
- Los constructores se pueden **reutilizar** con la palabra clave **`this`** (= Java)
- En relación a Java, cambia la ubicación de la llamada **`this`**: justo después de la declaración de los parámetros.

```
public Cuenta(Persona titular, double saldo)
{ … }

public Cuenta(Persona titular): this(titular, 200)
{

}
```



Destructores

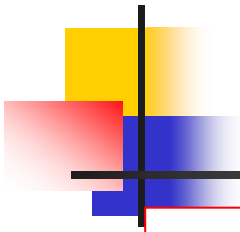
- El CLR de .NET incorpora un mecanismo de recolección de memoria dinámica: **Garbage Collector** (= Java)
- Se puede declarar el método **`Finalize`**`()` para liberar recursos que quedan fuera del entorno de ejecución (= método `finalize()` de Java).
- Por tanto, no existe el operador `delete` para liberar memoria dinámica.



Estructuras

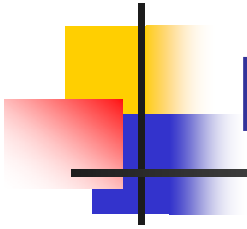
- Construcción para definir **objetos** cuya semántica de almacenamiento es **por valor**.

- En relación a las clases, se diferencian:
  - **No pueden heredar** de otra estructura (ni clase).
  - No se puede definir un **constructor sin parámetros**: el compilador siempre genera uno.
  - **Un constructor debe inicializar todos los atributos** de la estructura. Además, no se puede aplicar ningún método ni usar una propiedad antes de la inicialización.
  - No se puede realizar **inicialización explícita de atributos** de instancia.
  - El método **`Equals`** por defecto realiza una **igualdad superficial**.



Estructuras

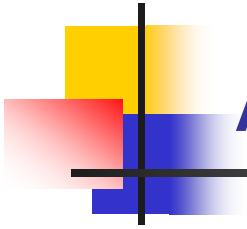
```
public struct Punto {
    private int x;
    private int y;

    public int X { get { return x; } }
    public int Y { get { return y; } }

    public Punto(int x, int y {
        this.x = x;
        this.y = y;
    }
    public void desplaza(int enX, int enY){
        x = x + enX;
        x = x + enY;
    }
}
```



Estructuras

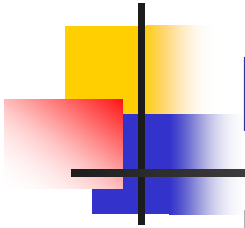
- La semántica valor implica que la declaración de la variable reserva la memoria.
- Sin embargo, se inicializa con el operador **new**.
- La **asignación** realiza una copia superficial (= C++).

```
Punto punto; // No está inicializada
punto = new Punto(2, 3);
Console.WriteLine("Punto X: " + punto.X); // 2

Punto punto2 = new Punto(8, 7);
punto = punto2;
Console.WriteLine("Punto X: " + punto.X); // 8
```



Asignación y copia

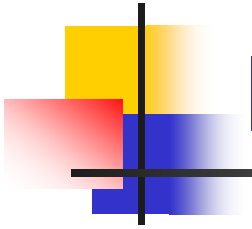
- **Operador de asignación** (=)
  - Entre **tipos referencia** (clases, interfaces): se copia el identificador de objeto (= Java).
  - Entre **tipos valor** (estructuras): se realiza una copia superficial.
- C# permite la **redefinición de operadores**. Sin embargo, no se puede redefinir el operador de asignación.
- Para copiar objetos por referencia se recomienda definir el método **`Clone`** (= Java).



Método Clone

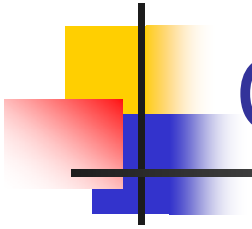
- Hay que implementar la interfaz **`ICloneable`** que define el método **`Clone`**`()`.
- De la clase **`object`** se hereda el método protegido **`MemberwiseClone`**`()` que realiza una copia superficial del objeto receptor.
- En C# no podemos cambiar el tipo de retorno (no se define la regla covariante).

```
public class Cuenta: ICloneable
{  …
    // Realiza una copia superficial
   public object Clone() {
     return this.MemberwiseClone();
   }
}
```



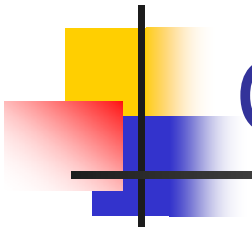
Identidad e Igualdad

- **Operadores de igualdad** (== y !=)
  - **Tipos referencia**: consulta la identidad (= Java).
  - **Tipos valor**: no está disponible (= C++)
- **Redefinición operador** (== y !=)
  - **Tipos valor**: recomendable, ya que no está disponible.
  - **Tipos referencia**: no deberían redefinirse.
- Todos los objetos disponen del método **`Equals`**:
  - **Tipos referencia**: consulta la identidad de los objetos.
  - **Tipos valor**: realiza igualdad superficial de los campos.
- El método **`Equals`** puede redefinirse en clases (= Java) y estructuras.



Operadores

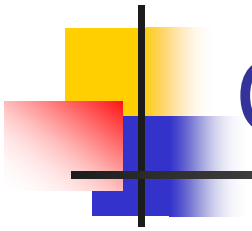
- Al igual que en C++, es posible redefinir gran parte de los operadores (==, !=, <, etc.)
- Sin embargo, en C# **no podemos redefinir el operador de asignación** (=).
- Los operadores se declaran como **métodos de clase**.
- Se utiliza como nombre de método **`operator`** seguido del operador:
  - `operator==`, `operador<`, etc.
- Algunos operadores deben declararse en pareja: == y !=, < y >, etc.



Operadores

```
public static bool operator> (Cuenta cuenta1, Cuenta cuenta2)
{
    return (cuenta1.saldo > cuenta2.saldo);
}

public static bool operator< (Cuenta cuenta1, Cuenta cuenta2)
{
    return (cuenta1.saldo  < cuenta2.saldo);
}
```

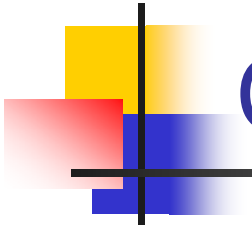
```
Cuenta c1 = new Cuenta(persona, 100);
Cuenta c2 = new Cuenta(persona, 200);

Console.WriteLine (c1 > c2); // False
```



Operadores implícitos

- C# no permite definir el operador =, pero ofrece la alternativa de crear **operadores implícitos**:

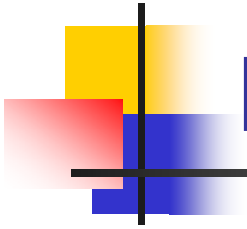
```
// A partir de una persona crea una cuenta
public static implicit operator Cuenta (Persona titular)
{
    return new Cuenta(titular, 500);
}
// Si es asignado a un double, se toma el saldo
public static implicit operator double (Cuenta cuenta)
{
    return cuenta.Saldo;
}
```



Operadores implícitos

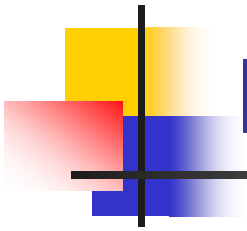
- Ante una asignación en la que interviene el tipo `Cuenta`, el compilador comprueba si se ha definido un operador implícito.
- En el ejemplo, se realiza asignación `Cuenta = Persona` y `double = Cuenta`.

```
Cuenta cuenta = persona;
Console.WriteLine(cuenta.Saldo); // 500

cuenta.Ingreso(300);
double valor = cuenta;
Console.WriteLine(valor); //800
```



Métodos y mensajes

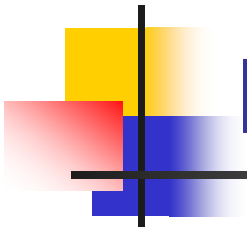
- Al igual que en Java y C++, los métodos definidos en una clase son los mensajes aplicables sobre los objetos de la clase.
- Está permitida la **sobrecarga** de métodos.
- La **aplicación de métodos** y el acceso a los miembros de un objeto se realiza siempre utilizando la notación punto “.”
  - `cuenta.Ingreso(200); // Referencia`
  - `punto.Desplaza(2,3); // Valor`
- Si no se indica el objeto receptor, la llamada se realiza sobre la instancia actual.



Paso de parámetros

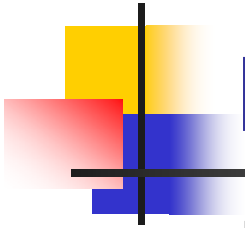
- Paso de parámetros **por valor**, **por referencia** y **de salida**:

```
void metodo(int valor, ref int referencia, out int salida)
{
   valor++; // Se incrementa la copia

   referencia++; // Se incrementa el parámetro real

   salida = 1; // Es obligatorio asignar un valor
               // antes de usarlo
}
```



Paso de parámetros

- **Parámetro por valor** (= Java y C++)
  - Copia el parámetro real sobre el parámetro formal.
- **Paso por referencia**:
  - Se utiliza el modificador `ref` para declarar y usar el parámetro.
  - El parámetro formal es una referencia a la variable usada como parámetro real (= C++)
- **Parámetros de salida**:
  - Se utiliza el modificador `out` para declarar y usar el parámetro.
  - Parecido a un parámetro por referencia, salvo que es obligatorio asignarle un valor antes de utilizarlo.
  - Resultan útiles para ampliar los valores de retorno de un método.



Paso de parámetros

- Para realizar el paso de parámetros por referencia hay que utilizar la palabra clave **`ref`**.
- Asimismo, para el parámetro de salida **`out`**.

```
int intValor = 3;
int intReferencia = 3;
int intSalida;

cuenta.Metodo(intValor, ref intReferencia, out intSalida);

Console.WriteLine("Por valor = " + intValor); // 3

Console.WriteLine("Por referencia = " + intReferencia); // 4

Console.WriteLine("Salida = " + intSalida); // 1
```

Paso de objetos como parámetro

```
public void Transferencia (Cuenta emisor, Cuenta receptor,
                                              double cantidad) {
    // Cambia el estado de los parámetros reales
    emisor.Reintegro(cantidad);
    receptor.Ingreso(cantidad);

    // No se ve afectado el parámetro real
    receptor = null;
}
```

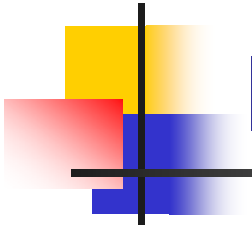
- **Paso de las referencias por valor** (= Java)
- El estado de los objetos `emisor` y `receptor` cambia.
- La variable utilizada en el paso del parámetro receptor no cambia, ya que se asigna a `null` una copia.

Paso de objetos como parámetro

- **Paso por referencia del parámetro**

```
public void Transferencia (Cuenta emisor, ref Cuenta receptor,
                           double cantidad) {
    // Cambia el estado de los parámetros reales
    emisor.Reintegro(cantidad);
    receptor.Ingreso(cantidad);
        // El parámetro real cambia!
    receptor = null;
}
```

```
Cuenta emisor = new Cuenta(persona, 1000);
Cuenta receptor = new Cuenta(persona, 200);
banco.Transferencia(emisor, ref receptor, 100);
Console.WriteLine("Receptor nulo: "
                  + (receptor == null)); // True
```

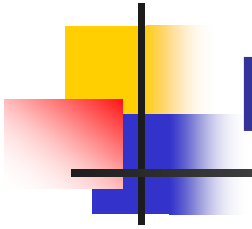


Instancia actual

- Al igual que en C++ y Java, la palabra clave **`this`** referencia a la instancia actual.

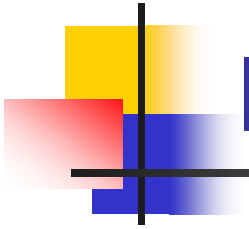
- Uso de la referencia **`this`**:
  - Evitar el ocultamiento de atributos en los métodos.
  - Dentro de un método, hacer referencia al objeto receptor en un paso de parámetros a otro método.

```
public void Trasladar (Oficina oficina) {
     this.oficina.RemoveCuenta(this);
     oficina.AddCuenta(this);
}
```



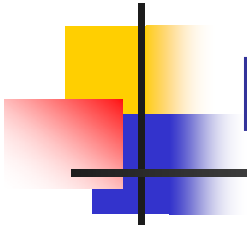
Método Main

- C# es menos rígido que Java para la definición del punto de entrada a la aplicación.
- Puede haber **sólo un punto de entrada** (= C++)
- Sólo exige declarar en una clase un **método de clase** con nombre **`Main`**, sin importar la visibilidad.
- Opcionalmente puede tener un parámetro con los **argumentos del programa**.
- **Ejemplos**:
  - `static void Main(string[] args)`
  - `public static void Main()`



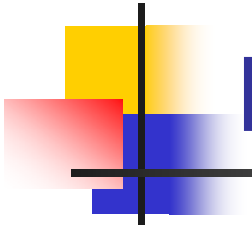
Herencia en C#

- Herencia.
- Polimorfismo y ligadura.
- Clase object.
- Casting.
- Compatibilidad de tipos.
- Clases abstractas.
- Interfaces.
- Boxing y unboxing.
- Herencia múltiple.
- Genericidad.
- Estrategias – Delegados.
- Iteradores.



Herencia en C#

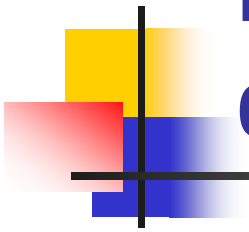
- La herencia en C# comparte características tanto con Java como con C++:
  - Herencia **simple** (= Java)
  - Herencia **pública** (= Java)
  - Todos las clases heredan directa o indirectamente de **`object`** (= Java)
  - La aplicación de métodos puede resolverse por **ligadura** estática o dinámica (= C++)
    - Por defecto, no se aplica ligadura dinámica (= C++)



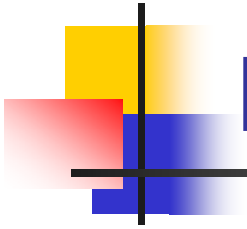
Herencia y constructores

- **Los constructores no se heredan** (= Java y C++)
- El constructor de la clase hija tiene que invocar al de la clase padre utilizando la palabra clave **`base`**.
- Si no invoca al constructor del padre, el compilador añade **`base()`**.
- La llamada al constructor se realiza justo después de la lista de parámetros (= C++)

Redefinición de métodos y ligadura dinámica



- La aplicación de un **método o propiedad** sólo se resolverá mediante ligadura dinámica si:
  - Se declara con el modificador **`virtual`** en la clase padre (= C++)
  - Se utiliza el modificador **`override`** para el método redefinido en la clase hija .
- En un **refinamiento**, se llama a la versión del padre con **`base`** (= `super` de Java).



Redefinición de métodos

- Si se define un método con la misma declaración que otro método **`virtual`** de la clase padre, podemos indicar que no lo redefinimos con el modificador **`new`**:
  - Se entiende que se define un método con la misma signatura, pero con **distinto significado**.
  - **No se aplicaría ligadura dinámica**.

Depósito 1/2

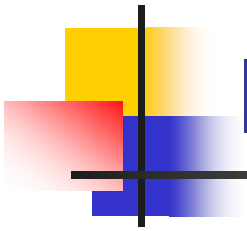
```
public class Deposito
{
    public Persona Titular { get; private set; }
    public virtual double Capital { get; protected set; }
    public int PlazoDias { get; private set; }
    public double TipoInteres { get; private set; }

    public Deposito(Persona titular, double capital,
          int plazoDias, double tipoInteres) {

       Titular = titular; Capital = capital;
       PlazoDias = plazoDias; TipoInteres = tipoInteres;
    }
…
```

Depósito 2/2

```
public class Deposito
{ …
    public virtual double Intereses
    {
      get
      {
          return (PlazoDias * TipoInteres * Capital) / 365;
      }
    }
    public double Liquidar()
    {
            return Capital + Intereses;
    }
 }
```

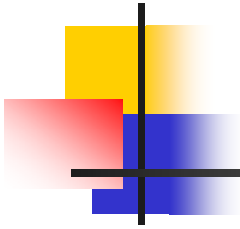
Depósito Penalizable 1/2

```
public class DepositoPenalizable : Deposito
{
    public bool Penalizado { get; set; }

    public override double Intereses
    {
        get
        {
            if (Penalizado)
                return base.Intereses / 2;
            else return Intereses;
        }
    }
…
```



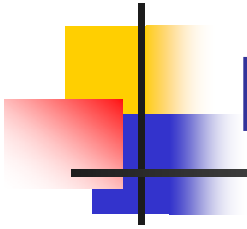
Depósito Penalizable 2/2

```
public class DepositoPenalizable : Deposito
{   …

   public DepositoPenalizable(Persona titular, double capital,
                              int plazoDias, double tipoInteres):
       base(titular, capital, plazoDias, tipoInteres)
    {
          Penalizado = false;
    }
}
```



Redefinición y visibilidad

- Si el método redefinido es **`virtual`**:
  - No se puede modificar su nivel de visibilidad (distinto a Java y C++)
- Si el método redefinido **`no es virtual`**:
  - Podemos cambiar la visibilidad, aumentarla o reducirla.

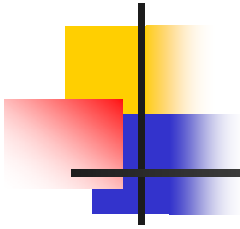


Restringir la herencia

- Al redefinir un **método** **`virtual`**, podemos indicar que no se pueda redefinir en los subtipos con el modificador **`sealed`** (= `final` de Java)

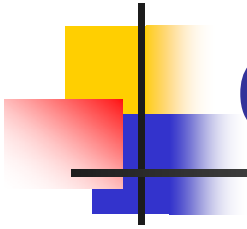
- **Ejemplo**:
  - Podríamos definir como **`sealed`** la redefinición de `Intereses/get` en `DepositoEstructurado`.
  - Impediría que `DepositoGarantizado` pudiera cambiar la implementación.

- Una **clase** se puede definir como **`sealed`** indicando que no se puede heredar de ella (= `final` de Java)



Polimorfismo y ligadura

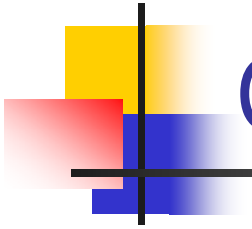
- El **polimorfismo** está permitido sólo para **entidades de tipos referencia** (clases, interfaces).
- La **ligadura dinámica** sólo se aplica en tipos referencia y en métodos declarados con el modificador **`virtual`** (= C++)
  - Se aplica la versión del tipo dinámico, si la clase del objeto ha redefinido el método con **`override`**.
- La **ligadura estática** se aplica en el resto de casos.



Clase object

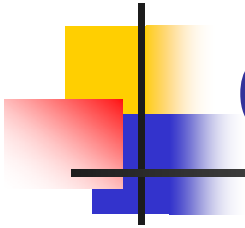
- La clase **`object`** representa la raíz de la jerarquía de tipos en C# y .NET

- Define **métodos básicos** para la plataforma:
  - `public virtual bool` **`Equals`**`(object otro)`
  - `public static bool` **`ReferenceEquals`** `(object obj1, object obj2)`
    - Comprueba siempre la identidad de objetos referencia y es aplicable a referencias nulas.



Clase object

- **Métodos básicos**:
  - `public virtual String` **`ToString`**`()`
  - `public Type` **`GetType`**`()`
    - Equivalente al `getClass()` de Java.
    - Para preguntar por el tipo de una variable se utiliza **`typeof`**`(var)`.
  - `public virtual int` **`GetHashCode`**`()`
  - `protected object` **`MemberwiseClone`**`()`
    - Realiza una copia superficial del objeto receptor de la llamada.



Casting

- Se puede aplicar un casting entre tipos compatibles:

```
estructurado = (DepositoEstructurado)deposito;
```

- Sin embargo, para los tipos referencia se define el operador **`as`**.

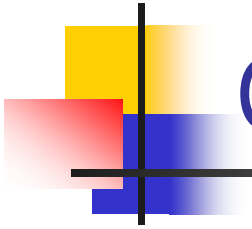
```
estructurado = deposito as DepositoEstructurado;
```

  - Devuelve `null` si la conversión no es correcta.
  - Similar al `dynamic_cast` de C++.

Compatibilidad de tipos

- Se define el operador **`is`** para consultar la compatibilidad de tipos (= `instanceof` de Java):

```
if (deposito is DepositoEstructurado)
{
     // El casting va a ser correcto
     estructurado = (DepositoEstructurado)deposito;
}
```

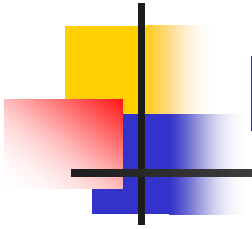


Clases abstractas

- Las clases pueden declararse como abstractas utilizando el modificador **`abstract`** .
- **Métodos y propiedades** se declaran abstractos con `abstract`.
- Si una **subclase** no implementa una declaración abstracta, debe declararse como abstracta.
- Una clase abstracta define un tipo, pero no se pueden construir objetos.
- Una clase es abstracta si define un **concepto abstracto** del cual no está permitido crear objetos.

Clases abstractas

```
public abstract class ProductoFinanciero
{
        public Persona Titular { get; private set; }

        public ProductoFinanciero(Persona titular) {
            Titular = titular;
        }
        public abstract double Beneficio { get; }

        public double Impuestos  {
            get {
                return Beneficio * 0.18;
            }
        }
}
```



Interfaces

- C# define el concepto de interfaz similar al de Java.
- Permite definir **propiedades y métodos**, pero no constantes.
- Una clase puede implementar múltiples interfaces.
- Una interfaz puede extender varias interfaces.
- Los miembros de una interfaz siempre son públicos.

Interfaces – Declaración

- **Declaración** de una interfaz:

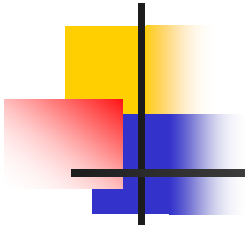
```
public interface Amortizable
{
    bool Amortizar(double cantidad);
}
```

- Una interfaz puede **extender múltiples interfaces**:

```
public interface Flexible : Amortizable, Incrementable
{
    void ActualizarTipoInteres(double tipo);
}
```

Interfaces – Implementación

```
public class DepositoPenalizable : Deposito , Amortizable
{
        …
          public bool Amortizar(double cantidad)
          {
              if (cantidad > Capital)
                  return false;

              Capital = Capital - cantidad;
              return true;
          }

}
```



Interfaces – Métodos repetidos

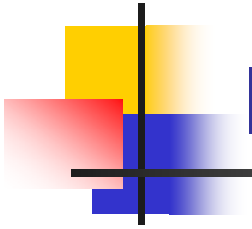
- Dos interfaces puede definir métodos o propiedades con la misma signatura (métodos repetidos)
- Si una clase implementa las dos interfaces con métodos repetidos, sólo podremos proporcionar una **única implementación** para esos métodos

  ➔ El mismo problema existe en Java.
- En cambio, en C# podemos resolverlo mediante la **implementación explícita de interfaces**.

Interfaces -Implementación explícita

- **Implementación explícita de una interfaz**:
  - El nombre del método va acompañado del nombre de la interfaz.
  - No se declara visibilidad. Se asume pública.

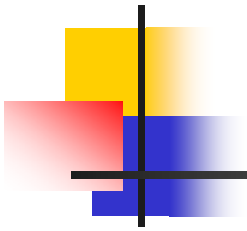
```
public class DepositoPenalizable : Deposito, Amortizable
{       …
      bool Amortizable.Amortizar(double cantidad)
      {  …  }
}
```



Interfaces -Implementación explícita

- La implementación explícita de interfaces tiene las siguientes **limitaciones**:
  - El método no puede ser utilizado dentro de la clase.
  - El método no puede ser aplicado sobre variables del tipo de la clase (en el ejemplo, `DepositoPenalizable`).
  - El método sólo puede ser aplicable sobre variables polimórficas del tipo de la interfaz:

```
DepositoPenalizable penalizable = new …;
penalizable.Amortizar(100); // error

Amortizable amortizable = penalizable;
amortizable.Amortizar(100);
```



Interfaces y estructuras

- Las estructuras pueden implementar interfaces.

```
public interface Reseteable
{
    void reset();
}

public struct Punto: Reseteable
{   …
    // Método Interfaz Reseteable
    public void reset()
    {
        x = 0;
        y = 0;
    }
}
```

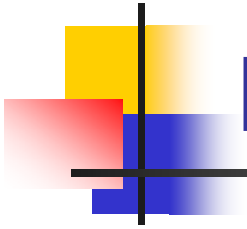
Interfaces y estructuras

- Asignación a una interfaz:

```
Punto punto = new Punto(2, 3);;

Reseteable res = punto;
res.reset();

Punto otro = (Punto) res;
Console.WriteLine("Punto X: " + otro.X); // 0
```

- Una interfaz es un tipo referencia, ¿cómo puede apuntar a un tipo con semántica valor?

  ➔ **Boxing**



Boxing y unboxing

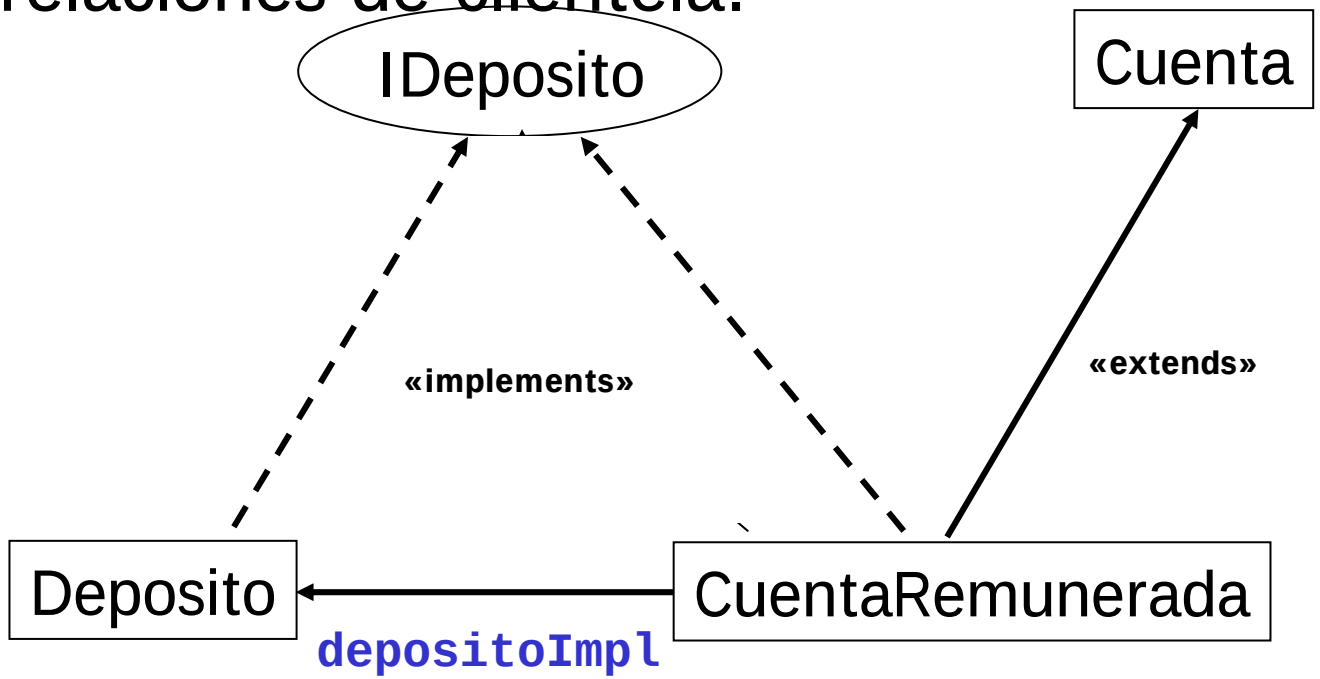
- **Boxing**: representación de tipos por valor como objetos por referencia.
- **Unboxing** realiza el proceso contrario.
- Con los tipos primitivos también se aplica el mecanismo de boxing:

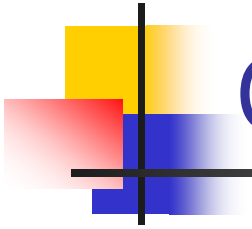
```
int entero = 10;
Object objInt = entero; // Boxing
int otroEntero = (int)objInt; // Unboxing
```

- En C# **no hay clases envolventes** asociadas a tipos primitivos. Por tanto, en el casting del unboxing se puede utilizar el tipo primitivo.

Herencia múltiple

- C# es un lenguaje con herencia simple.
- Al igual que en Java, podemos **simular herencia múltiple** utilizando interfaces y relaciones de clientela.





Genericidad

- La genericidad en C# es parecida a Java, pero mejor implementada.

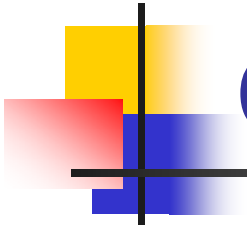
- **Ejemplo**: clase **`Contenedor`**

```
class Contenedor<T>
{
      public T Contenido
      {
          get; set;
      }
}
```

Genericidad

- Una clase genérica puede ser parametrizada a cualquier tipo:

```
Contenedor<Cuenta> contenedor = new Contenedor<Cuenta>();
contenedor.Contenido = cuenta;
Console.WriteLine(contenedor.Contenido);

Contenedor<int> contenedor2 = new Contenedor<int>();
contenedor2.Contenido = 10;
Console.WriteLine(contenedor2.Contenido);
```



Genericidad restringida

- Dentro de una clase genérica, sobre una entidad genérica sólo podemos aplicar:
  - Métodos disponibles en la clase `object`: `Equals`, `ToString`, etc.
  - Operadores de asignación (=)

- Si queremos aplicar más operaciones debemos **restringir la genericidad**:
  - A una lista de **tipos compatibles** (= Java).
  - Para que sea una **clase** (tipo referencia): `class`.
  - Para que sea una **estructura** (tipo valor): `struct`.
  - A un tipo que tenga un **constructor sin parámetros**: `new()`.

Genericidad restringida

```
class Contenedor<T> where T : Deposito
{
        public T Contenido
        {
            get { return Contenido; }
            set
            {
                if (value.Titular is PersonaPreferente)
                    Contenido = value;
                else Contenido = null;
            }
        }
}
```

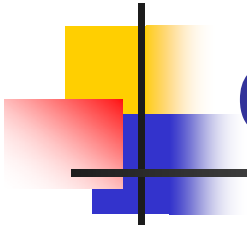
Genericidad restringida – Ejemplos

- El parámetro debe ser compatible con el tipo `Deposito` (clase) y el tipo `Amortizable` (interfaz):

```
class Contenedor<T> where T : Deposito, Amortizable
{ … }
```

- El parámetro debe ser compatible con `Amortizable` y debe ser una clase:

```
class Contenedor<T> where T : class, Amortizable
{ … }
```



Genericidad restringida – Ejemplos

- El parámetro debe ser compatible con `Amortizable` y debe ser una estructura:

```
class Contenedor<T> where T : struct, Amortizable
{ … }
```

- El parámetro debe ser compatible con la clase `Deposito` y la interfaz `Amortizable`, y debe proporcionar un constructor sin parámetros:

```
class Contenedor<T> where T : Deposito, Amortizable,
    new(){ … }
```

Genericidad – tipos compatibles

- Al igual que en Java, dos instancias de una clase genérica no son compatibles aunque los tipos de los parámetros sean compatibles:

```
Contenedor<Deposito> cDeposito =
                    new Contenedor<Deposito>();

Contenedor<DepositoEstructurado> cEstructurado =
                    new Contenedor<DepositoEstructurado>();

cDeposito = cEstructurado; // Error
```

Genericidad – tipos compatibles

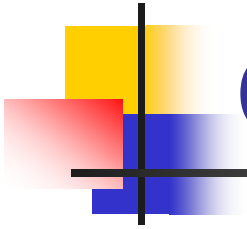
- A diferencia de Java, no podemos utilizar una clase genérica sin parametrizar.

```
Contenedor contenedor; // Error
```

➔ No tenemos el problema de seguridad de tipos (tipo puro) de Java.

- C# tampoco permite saltar el control de tipos ni siquiera a través de `Object`:

```
object obj = cEstructurado;
// Error en ejecución
cDeposito = (Contenedor<Deposito>)obj;
```



Genericidad – tipos compatibles

- El **operador `is`** se puede aplicar sobre el tipo genérico parametrizado:

```
object obj = cEstructurado;

if (obj is Contenedor<Deposito>)
   Console.WriteLine(“Deposito");

if (obj is Contenedor<DepositoEstructurado>)
   Console.WriteLine(“Deposito Estructurado");
```

- **El CLR de .NET maneja tipos genéricos.**

Genericidad – Métodos

- Al igual que en Java, la compatibilidad de tipos limita el paso de parámetros:

```
public double PosicionGlobal(List<Deposito> depositos){
        double valor = 0;
        foreach (Deposito deposito in depositos)
        {
            valor += deposito.Capital;
         }
         return valor;
}
```

- El método no podría ser parametrizado a una lista de depósitos estructurados.

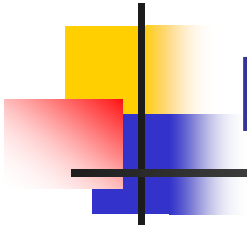
Genericidad – Métodos

- C# no tiene tipos comodín, pero permite **restringir la genericidad de un método**:

```
public double PosicionGlobal<T>(List<T> depositos)
    where T: Deposito { … }
```

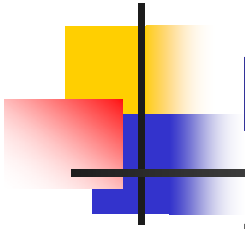
- Al igual que en Java, la genericidad aplicada a los métodos hace **inferencia de tipos**.
- Sin embargo, si se conoce el tipo se puede indicar en la llamada:

```
banco.PosicionGlobal<DepositoEstructurado>(estructurados);
```



Estrategias – Delegados

- **Estrategia**: representación de una referencia a un método como un objeto.
- Las estrategias permiten establecer código como parámetro de un método.
- Para la definición de estrategias, C# declara el concepto de **delegado**:
  - Similar a un puntero a función de C/C++.
  - Incluye **control de tipos** y permite definir **referencias a métodos de instancia**.



Delegados

- **Ejemplo**:
  - Clase **`Banco`** almacena una colección de cuentas.
  - Declara el método **`Buscar`**`( )` parametrizado con una condición de búsqueda (delegado).

- Declaración del **tipo delegado `Test`**:

```
public delegate bool Test(Cuenta cuenta);
```

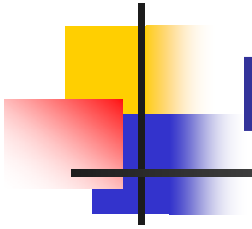
  - Representa un tipo (`Test`).
  - Cualquier método que tenga como parámetro una `Cuenta` y devuelva un booleano es compatible con el delegado `Test`.

Delegados

- Declaración del método **`Buscar()`**:

```
public Cuenta Buscar(Test test)
{
    foreach (Cuenta cuenta in cuentas) {
        if (test(cuenta))
            return cuenta;
    }
    return null;
}
```

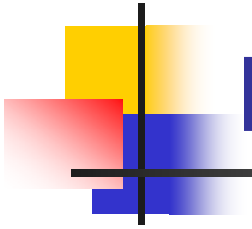
- El método declara como parámetro un delegado de tipo `Test`.
- En el código utiliza el nombre del parámetro para invocar al método.



Delegados

- Definimos una clase con varias **condiciones de búsqueda**:

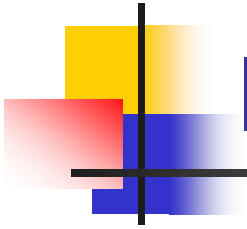
```
public class CondicionesBusqueda
{

    public bool CapitalAlto(Cuenta cuenta)
    {
        return cuenta.Saldo > 100000;
    }

    public bool SaldoCero(Cuenta cuenta)
    {
        return cuenta.Saldo == 0;
    }
}
```



Delegados

- Aplicamos el método **`Buscar`**( ) con las condiciones de búsqueda:

```
Cuenta resultado;

CondicionesBusqueda condiciones = new CondicionesBusqueda();

resultado = banco.Buscar(condiciones.CapitalAlto);

resultado = banco.Buscar(condiciones.SaldoCero);
```



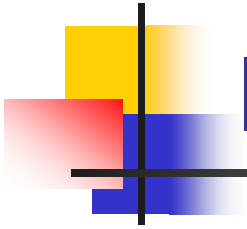
Delegados genéricos

- Los delegados también pueden declararse genéricos:

```
public delegate bool Test<T>(T elemento);
```

  - El ejemplo representa un delegado que acepta cualquier tipo como parámetro y retorna un booleano.
- Al utilizar el tipo delegado se indica el tipo del parámetro:

```
public Cuenta Buscar(Test<Cuenta> test) { … }
```

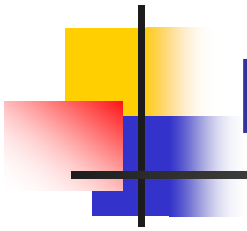


Delegados anónimos

- **Motivación**:
  - Resulta inconveniente tener que definir un método por cada condición de búsqueda.

- **Solución**: **delegados anónimos**

```
banco.Buscar(delegate (Cuenta c) { return c.Saldo < 0;});
```

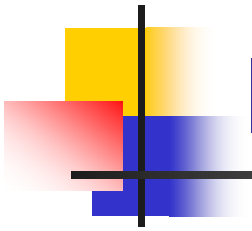


Expresiones lambda

- Las expresiones lambda representan una **simplificación de los delegados anónimos**:

```
banco.Buscar( c => c.Saldo < 0 );
```

- Una expresión lambda tiene dos partes separadas por =>:
  - **Parte izquierda**: lista de parámetros separados por comas. No se indica el tipo, ya que se deduce de la definición del tipo delegado (`Cuenta` en el ejemplo)
  - **Parte derecha**: expresión que se evalúa al tipo de retorno del tipo delegado (booleano en el ejemplo)

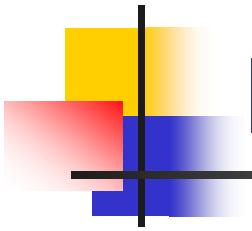


Iteradores

- El modelo de iteradores de C# es similar al de Java.

- Cualquier clase que quiera ser iterable debe implementar la **`IEnumerable`**:

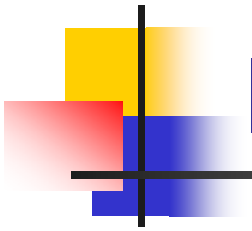
```
public interface IEnumerable<T>
{
    IEnumerator<T> GetEnumerator();
}
```



Iteradores

- Interfaz **`IEnumerator`**:
  - Diferente a un iterador de Java. No hay método `remove()`
  - Método **`MoveNext`**: avanza hasta el siguiente elemento, indicando si ha conseguido avanzar.
  - Propiedad **`Current`**: elemento actual.
  - Método **`Reset`**: sitúa el iterador en estado inicial, justo antes del primer elemento.

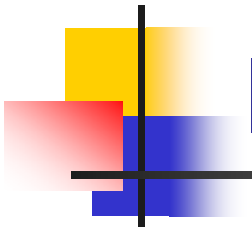
```
public interface IEnumerator<T>
{
    T Current { get; }
    bool MoveNext();
    void Reset();
}
```



Iteradores

- Ejemplo de uso de un iterador:

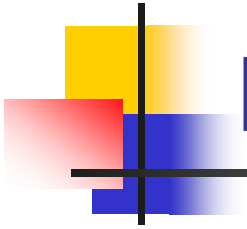
```
public Cuenta Buscar(Test test)
{
    IEnumerator<Cuenta> enumerador = cuentas.GetEnumerator();

    while (enumerador.MoveNext())
    {
        Cuenta cuenta = enumerador.Current;
        if (test(cuenta))
            return cuenta;
    }
    return null;

}
```



Iteradores

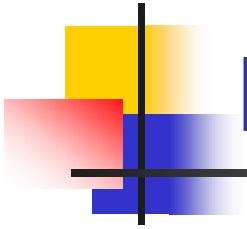
- Al igual que en Java, se puede omitir el uso de un iterador con un recorrido **`foreach`**:

```
public Cuenta Buscar(Test test)
{
    foreach (Cuenta cuenta in cuentas)
    {
        if (test(cuenta))
            return cuenta;
    }
    return null;
}
```



Bloques de iteración

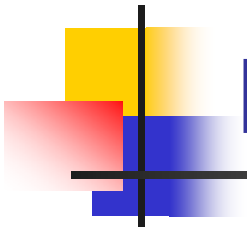
- En C# es posible definir métodos con **bloques de iteración**:
  - Un método que retorna un objeto iterable.
  - La ejecución del método se detiene cada vez que se llama a **`yield return`** para retornar un elemento del recorrido.
  - Cuando se solicita el siguiente elemento, continúa la ejecución del método hasta alcanzar el siguiente `yield`.
  - La iteración finaliza al terminar el método o ejecutar **`yield break`**.



Bloques de iteración

- **Ejemplo**:
  - Método de búsqueda que permite recorrer los elementos que cumplen una condición de búsqueda.

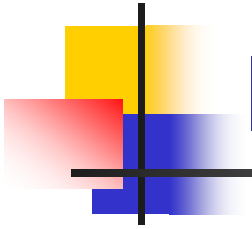
```
public IEnumerable<Cuenta> Buscar2(Test test)
{
    foreach (Cuenta cuenta in cuentas)
    {
        if (test(cuenta))
            yield return cuenta;
    }
    yield break;
}
```



Bloques de iteración

- Uso del método de iteración:

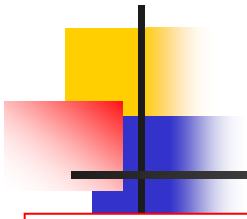
```
foreach (Cuenta cuenta
        in banco.Buscar2(elemento => elemento.Saldo > 400))
{
    Console.WriteLine("Cuenta " + cuenta);
}
```



Implementación iteradores

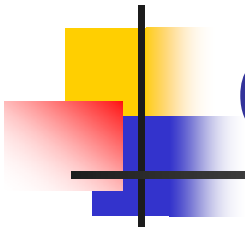
- Los bloques de iteración son utilizados como implementación de las clases iterables.
- **Ejemplo**:
  - La clase **Banco** es iterable. En un recorrido retorna las cuentas que contiene.
  - La implementación de la interfaz se apoya en un método que usa un bloque de iteración.
  - C# obliga a implementar dos versiones del método `getEnumerator()`.

```
foreach (Cuenta cuenta in banco) {
    Console.WriteLine("Cuenta " + cuenta);
}
```



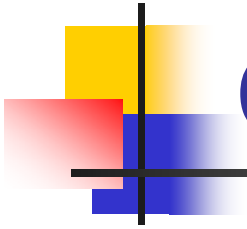
Implementación iteradores

```
class Banco: IEnumerable<Cuenta> {
  private List<Cuenta> cuentas = new List<Cuenta>();

  private IEnumerator<Cuenta> getEnumerador() {
      foreach (Cuenta cuenta in cuentas) {
          yield return cuenta;
      }
  }
  IEnumerator<Cuenta> IEnumerable<Cuenta>.GetEnumerator() {
      return getEnumerador();
  }
  IEnumerator System.Collections.IEnumerable.GetEnumerator() {
      return getEnumerador();
  }
```



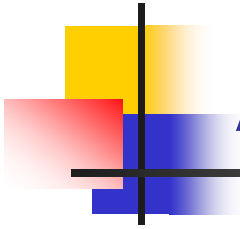
Corrección y Robustez en C#

- Asertos
- Mecanismo de excepciones:
  - Declaración de excepciones
  - Lanzar excepciones
  - Manejo de excepciones
  - Definición de excepciones



Corrección y Robustez

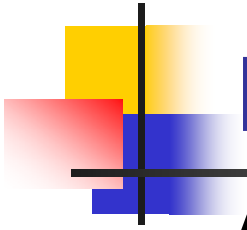
- **Corrección**:
  - Es la capacidad de los productos software de realizar con exactitud su tarea (**cumplir su especificación**).
- **Robustez**:
  - Es la capacidad de los productos software de reaccionar adecuadamente ante **situaciones excepcionales**.
- Al igual que Java, el lenguaje ofrece **asertos** y **excepciones** como soporte de la corrección y robustez del código.
- La **verificación** del código se realiza con pruebas unitarias



Asertos

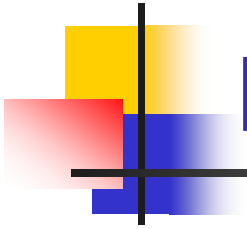
- La clase **`System.Diagnostics.Debug`** declara el **método** de clase **`Assert`** para evaluar asertos.
- La evaluación de asertos sólo se realiza en la ejecución de la aplicación de **depuración**.
- Los asertos de C# tienen las mismas limitaciones que en C++ y Java. Simplemente son una utilidad de depuración.

```
Debug.Assert(valores != null,
             “Lista de valores no debe ser nula");
```



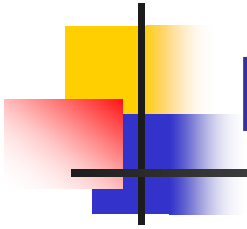
Pruebas Unitarias

- Al igual que en Java y C++, las pruebas unitarias no forman parte de la biblioteca del lenguaje.
- Existen **herramientas externas** para realizar pruebas unitarias.
- El entorno de desarrollo de **Microsoft Visual Studio** incluye en el espacio de nombres `Microsoft.VisualStudio.TestTools.UnitTesting` soporte para realizar pruebas unitarias.



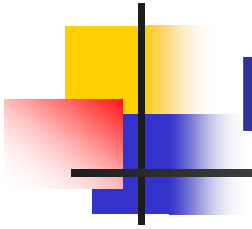
Excepciones

- El modelo de excepciones de Java comparte aspectos en común con Java y C++:
  - **Las excepciones son objetos** (= Java).
  - La raíz de todas las excepciones es la clase **`System.Exception`** (= `Throwable` de Java).
  - Todas las excepciones son **no comprobadas** (= C++).
- Sin embargo, se diferencia de Java y C++:
  - **En la declaración de un método no se puede indicar las excepciones que lanza**. Sólo podemos indicarlo en la documentación.



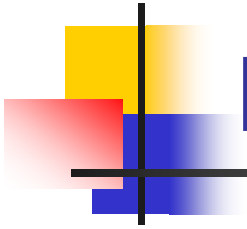
Excepciones

- La clase **`System.Exception`** tiene las características comunes a todas las excepciones:
  - `string` **`Message`** `{ get; }`: mensaje de error.
  - `string` **`StackTrace`** `{ get; }`: pila de llamadas en la que se ha producido la excepción.
- Las excepciones se lanzan con **`throw`** (= Java y C++).



Excepciones

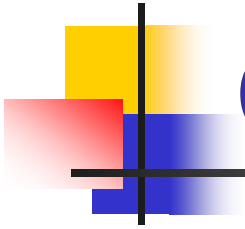
- Una excepción se puede construir de tres formas (= Java):
  - Llamando al **constructor sin parámetros**.
  - Llamando al **constructor con la cadena de error**.
  - Llamando al constructor con la **cadena de error** y la **excepción** que ha causado el error.



Excepciones – Clasificación

- Se definen dos grupos de excepciones con el propósito de distinguir excepciones predefinidas y de usuario:
  - **`System.SystemException`**: predefinidas en .NET
  - **`System.ApplicationException`**: excepciones de usuario.
- A diferencia de Java, estos dos grupos sólo representan una clasificación de excepciones.

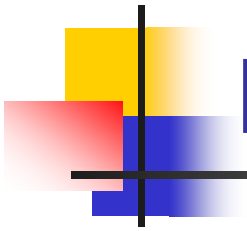
  ➔ No tiene relación con el concepto comprobada/no comprobada de Java.



Control de precondiciones

- Las excepciones predefinidas incluyen excepciones para el tratamiento de precondiciones:
  - **`ArgumentException`**: precondiciones de argumentos.
  - **`InvalidOperationException`**: precondiciones de estado.

```
public void Ingreso(double cantidad){
  if (cantidad < 0)
    throw new ArgumentException("Cantidad negativa");
  if (estado != EstadoCuenta.OPERATIVA)
    throw new InvalidOperationException("Estado incorrecto");

  saldo = saldo + cantidad;
}
```



Excepciones de usuario

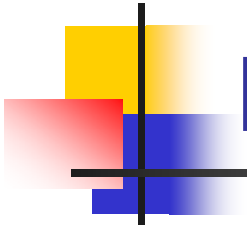
- Las excepciones de usuario utilizadas para notificar el fallo en las postcondiciones heredan de `System.`**`ApplicationException`**.

```
namespace Navegador {

  public class RedNoDisponible : ApplicationException
  {
    public RedNoDisponible() { }
    public RedNoDisponible(string msg): base(msg) { }
    public RedNoDisponible(string msg, Exception causante)
        : base(msg, causante) { }
  }

}
```

Declaración de excepciones

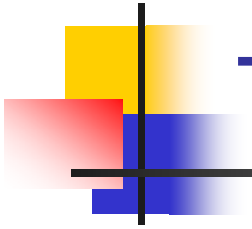
- **Las excepciones que lanza un método no son declaradas en su signatura**.
- Se aconseja documentarlas en la declaración del método

```
/// <summary>
/// Obtiene una nueva línea del fichero
/// </summary>
/// <returns>Una línea del fichero
///          o null si no hay disponibles</returns>
/// <exception cref="Navegador.RedNoDisponible">
/// Error producido por un fallo en la red
/// </exception>
public String leerLinea() { …  }
```



Excepciones y herencia

- En C# no se controlan las excepciones que lanza un método.
- Por tanto, no hay restricción en el lanzamiento de excepciones en la redefinición de un método en un subtipo.
- Es responsabilidad del programador el correcto lanzamiento de excepciones.



Tratamiento de excepciones

- Al igual que Java y C++, las excepciones pueden ser tratadas en bloques **try-catch**.
- Cuando ocurre una excepción se evalúan los tipos definidos en los manejadores y se ejecuta el primero cuyo tipo sea compatible (= Java y C++)
- Se puede definir un **manejador para cualquier tipo de excepción**: `catch(Exception e)`
- Es posible **relanzar una misma excepción** que se está manejando (= C++): `throw;`
- Las excepciones no tratadas en un método se propagan al método que hace la llamada (= Java y C++).

Tratamiento de excepciones

```
public class Navegador
{
    public void Visualiza(String url)
    {
        Conexion conexion;
        int intentos = 0;
        while (intentos < 20) {
            try {
                conexion = new Conexion(url);
                break;
            }
            catch (RedNoDisponible e) {
                System.Threading.Thread.Sleep(1000);
                intentos++;
                if (intentos == 20) throw; // relanza
            }
        }
            …
```