



.NET

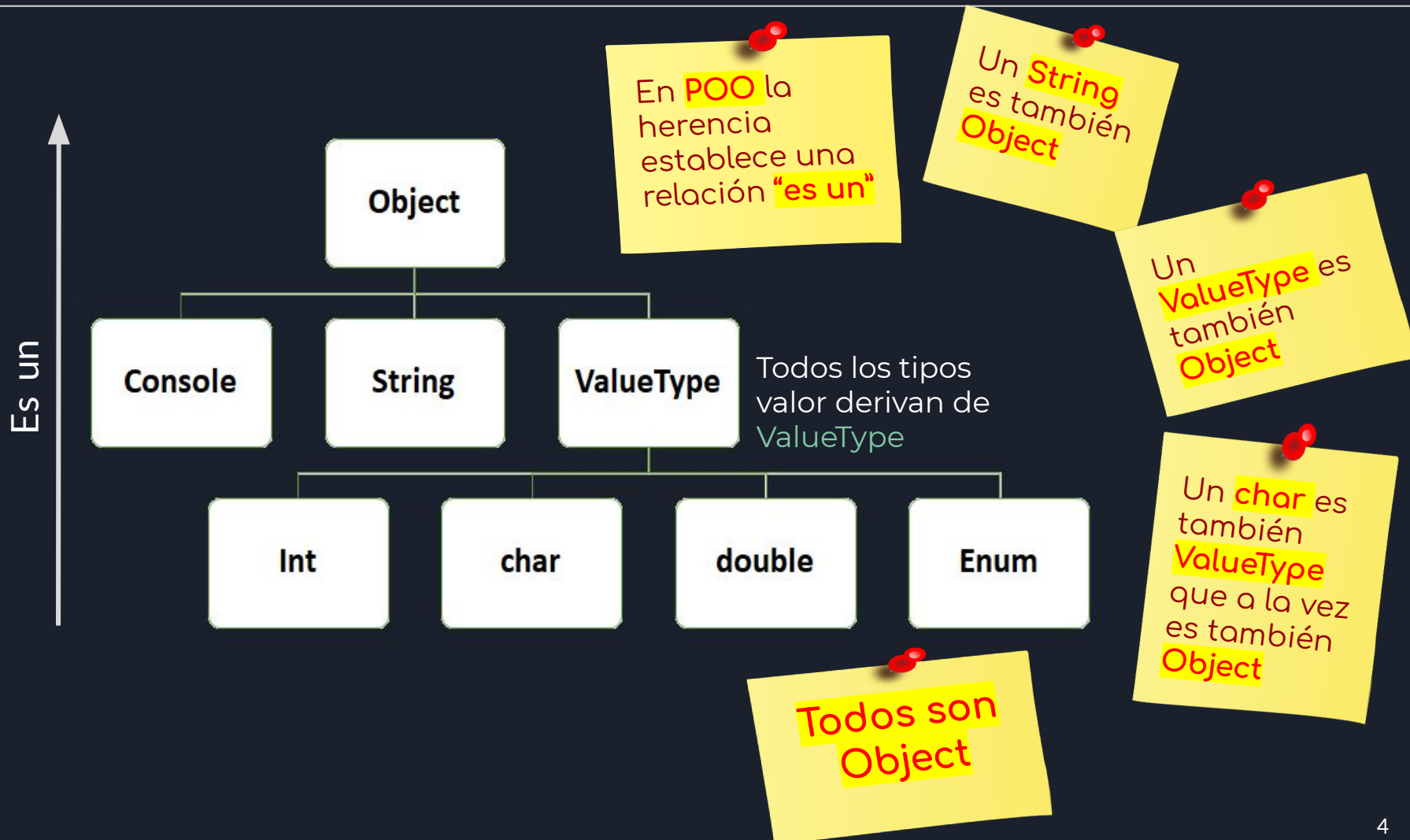
Teoría 6

Derivación de clases y herencia

Herencia

- La **herencia** permite crear clases que **reutilizan**, **extienden** y **modifican** el comportamiento definido en otras clases.
- La clase cuyos miembros se heredan se denomina **clase base** y las clases que heredan esos miembros se denominan **clases derivadas**.
- Una clase derivada sólo puede tener **una clase base directa**, pero la herencia es transitiva.

Sistema unificado de tipos (Repaso)





Vamos a presentar el concepto por medio de un ejemplo



1. Abrir una terminal del sistema operativo
2. Cambiar a la carpeta `proyectosDotnet`
3. Crear la aplicación de consola `Teoria6`
4. Abrir `Visual Studio Code` sobre este proyecto



Codificar los siguientes tipos:



```
enum TipoAuto { Familiar, Deportivo, Camioneta }

class Auto {
    public string Marca;
    public int Modelo;
    public TipoAuto Tipo;
    public void Imprimir()
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo}");
}

class Colectivo {
    public string Marca;
    public int Modelo;
    public int CantPasajeros;
    public void Imprimir()
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo}");
}
```



Codificar los siguientes tipos:



```
static void Main(string[] args)
{
    Auto a = new Auto();
    Colectivo c = new Colectivo();
    a.Marca = "Ford";
    a.Modelo = 2000;
    c.Marca = "Mercedes";
    c.Modelo = 2010;
    c.CantPasajeros = 20;
    a.Tipo = TipoAuto.Deportivo;
    a.Imprimir();
    c.Imprimir();
}
```

Derivación de clases y herencia

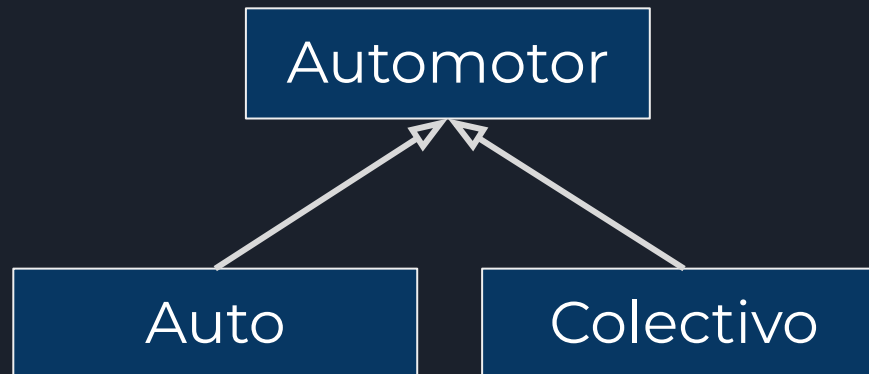
```
...
static void Main(string[] args) {
    Auto a = new Auto();
    Colectivo c = new Colectivo();
    a.Marca = "Ford";
    a.Modelo = 2000;
    c.Marca = "Mercedes";
    c.Modelo = 2010;
    c.CantPasajeros = 20;
    a.Tipo = TipoAuto.Deportivo;
    a.Imprimir();
    c.Imprimir();
}
...
enum TipoAuto { Familiar, Deportivo, Camioneta }
class Auto {
    public string Marca;
    public int Modelo;
    public TipoAuto Tipo;
    public void Imprimir()
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo}");
}
class Colectivo
{
    public string Marca;
    public int Modelo;
    public int CantPasajeros;
    public void Imprimir()
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo}");
}
```



Ford 2000
Mercedes 2010

Derivación de clases

- Claramente las clases **Auto** y **Colectivo** comparten tanto atributos como comportamiento.
- Es posible por lo tanto generalizar el diseño colocando las características comunes en una superclase que llamaremos **Automotor**



Las flechas denotan una relación "es un"



Agregar la clase Automotor y modificar las clases Auto y Colectivo



```
class Automotor {  
    public string Marca;  
    public int Modelo;  
    public void Imprimir()  
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo}");  
}
```

```
class Auto : Automotor {  
    public TipoAuto Tipo;  
}
```

```
class Colectivo : Automotor {  
    public int CantPasajeros;  
}
```

Auto “deriva” de
Automotor

Colectivo “deriva”
de Automotor

Derivación de clases y herencia

```
...
static void Main(string[] args) {
    Auto a = new Auto();
    Colectivo c = new Colectivo();
    a.Marca = "Ford";
    a.Modelo = 2000;
    c.Marca = "Mercedes";
    c.Modelo = 2010;
    c.CantPasajeros = 20;
    a.Tipo = TipoAuto.Deportivo;
    a.Imprimir();
    c.Imprimir();
}
...
enum TipoAuto { Familiar, Deportivo, Camioneta }

class Automotor {
    public string Marca;
    public int Modelo;
    public void Imprimir()
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo}");
}

class Auto : Automotor {
    public TipoAuto Tipo;
}

class Colectivo : Automotor {
    public int CantPasajeros;
}
```



Ford 2000
Mercedes 2010

Derivación de clases

- Una clase derivada obtiene implícitamente **todos los miembros de la clase base, salvo sus constructores y sus finalizadores** (más adelante en esta teoría).
- Las clases **Auto** y **Colectivo** del ejemplo derivan de la clase **Automotor**, por lo tanto un **Auto** es un **Automotor** y un **Colectivo** también es un **Automotor**.

Derivación de clases

- Los campos `Marca` y `Modelo` definidos en la clase `Automotor`, son heredados por las clases `Auto` y `Colectivo`, y por ello son válidas las siguientes asignaciones :

```
Auto a = new Auto();  
Colectivo c = new Colectivo();  
a.Marca = "Ford";  
a.Modelo = 2000;  
c.Marca = "Mercedes";  
c.Modelo = 2010;
```

NOTA: Todas las clases (menos **object**) en la plataforma .NET derivan directa o indirectamente de la clase **object**

```
class Automotor
```

```
{
```

```
...
```

```
}
```

=

```
class Automotor : object
```

```
{
```

```
...
```

```
}
```



Derivación de clases

- Las clases `Auto` y `Colectivo` también heredan el método `Imprimir()` definido en `Automotor`.
- Sin embargo, el método `Imprimir()` resulta poco útil al no poder acceder a las variables específicas de `Auto` y `Colectivo` (`Tipo` y `CantPasajeros` respectivamente)
- Solución: Sobrescribir (`invalidar`) el método `Imprimir()` en cada una de las subclases para que tanto autos como colectivos se impriman de forma más adecuada.

Las clases derivadas pueden **invalidar** los métodos heredados para proporcionar una **implementación alternativa**.

Para poder invalidar un método, el método de la clase base debe marcarse con la palabra clave **virtual**.





Hacer virtual al método Imprimir() de la clase Automotor:



```
class Automotor {  
    public string Marca;  
    public int Modelo;  
    public virtual void Imprimir()  
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo}");  
}
```

Anteponer el
modificador **virtual**



Redefinir el método Imprimir() en la clase Auto y ejecutar



```
class Auto : Automotor  
{
```

```
    public TipoAuto Tipo;
```

```
    public override void Imprimir()
```

```
        => Console.WriteLine($"Auto {Tipo} {Marca} {Modelo}");
```

```
}
```

El modificador **override** indica que se está invalidando el método de la clase base

Un método override, al igual que virtual, también puede ser invalidado en una clase derivada

Derivación de clases y herencia - Invalidación de métodos

```
...
static void Main(string[] args) {
    Auto a = new Auto();
    Colectivo c = new Colectivo();
    a.Marca = "Ford";
    a.Modelo = 2000;
    c.Marca = "Mercedes";
    c.Modelo = 2010;
    c.CantPasajeros = 20;
    a.Tipo = TipoAuto.Deportivo;
    a.Imprimir();
    c.Imprimir();
}
...
enum TipoAuto { Familiar, Deportivo, Camioneta }

class Automotor {
    public string Marca;
    public int Modelo;
    public virtual void Imprimir()
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo}");
}

class Auto : Automotor {
    public TipoAuto Tipo;
    public override void Imprimir()
        => Console.WriteLine($"Auto {Tipo} {Marca} {Modelo}");
}

class Colectivo : Automotor {
    public int CantPasajeros;
}
```

Auto tiene su propio
método Imprimir()
Colectivo sigue usando el
método de su clase base





Redefinir el método Imprimir() en la clase Colectivo y ejecutar



```
class Colectivo : Automotor  
{
```

```
    public int CantPasajeros;
```

```
    public override void Imprimir()
```

```
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo} ({CantPasajeros} pasajeros)");
```

```
}
```

No olvidar el modificador **override** de lo contrario estaríamos ocultando el método en lugar de invalidarlo

```
...
static void Main(string[] args) {
    Auto a = new Auto();
    Colectivo c = new Colectivo();
    a.Marca = "Ford"; a.Modelo = 2000;
    c.Marca = "Mercedes"; c.Modelo = 2010;
    c.CantPasajeros = 20;
    a.Tipo = TipoAuto.Deportivo;
    a.Imprimir(); c.Imprimir();
}
...
enum TipoAuto { Familiar, Deportivo, Camioneta }

class Automotor {
    public string Marca;
    public int Modelo;
    public virtual void Imprimir()
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo}");
}

class Auto : Automotor {
    public TipoAuto Tipo;
    public override void Imprimir()
        => Console.WriteLine($"Auto {Tipo} {Marca} {Modelo}");
}

class Colectivo : Automotor {
    public int CantPasajeros;
    public override void Imprimir()
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo} ({CantPasajeros} pasajeros)");
}
```



Acceso a miembros de la clase base

- La palabra clave `base` se utiliza para obtener acceso a los miembros de la `clase base` (la superclase) desde una `clase derivada`. Se utiliza en dos situaciones:
 - Para Invocar a un método (o propiedad) de la clase base
 - Para indicar a qué constructor de la clase base se debe llamar al crear instancias de la clase derivada.



Modificar el método Imprimir() de la clase Auto invocando al método del mismo nombre en la clase base



```
class Auto : Automotor
{
    public TipoAuto Tipo;
    public override void Imprimir()
    {
        Console.WriteLine($"Auto {Tipo} ");
        base.Imprimir();
    }
}
```

Invocación del método
Imprimir() definido en la
clase Automotor

Derivación de clases y herencia - Acceso a miembros de la clase base


```
enum TipoAuto { Familiar, Deportivo, Camioneta }
```

```
class Automotor {  
    public string Marca;  
    public int Modelo;  
    public virtual void Imprimir()  
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo}");  
}
```

```
class Auto : Automotor {  
    public TipoAuto Tipo;  
    public override void Imprimir()  
    {  
        Console.Write($"Auto {Tipo} ");  
        base.Imprimir();  
    }  
}
```

```
class Colectivo : Automotor {  
    public int CantPasajeros;  
    public override void Imprimir()  
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo} ({CantPasajeros} pasajeros)");  
}
```

Un clase derivada
puede beneficiarse de
código de la clase
base aún en el caso
que esté invalidando
un método



Auto Deportivo Ford 2000
Mercedes 2010 (20 pasajeros)

Constructores

Los constructores no se heredan, sin embargo, debemos estar atentos cuando los definimos en una jerarquía de clases





Agregar el siguiente constructor a la clase Automotor e intentar compilar



```
class Automotor
{
    public string Marca;
    public int Modelo;

    public Automotor(string marca, int modelo)
    {
        Marca = marca;
        Modelo = modelo;
    }

    public virtual void Imprimir()
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo}");
}
```

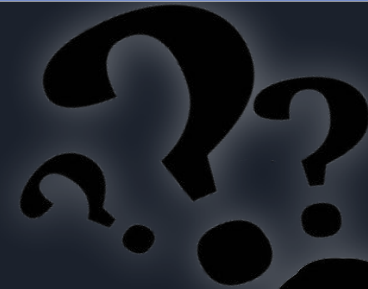
Derivación de clases y herencia - Constructores

```
class Automotor
{
    public string Marca;
    public int Modelo;
    public Automotor(string marca, int modelo)
    {
        Marca = marca;
        Modelo = modelo;
    }
    public virtual void Imprimir()
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo}");
}
```

```
class Auto : Automotor
{
    public TipoAuto Tipo;
    public override void Imprimir()
    {
        Console.Write($"Auto {Tipo} ");
        base.Imprimir();
    }
}
```

```
class Colectivo : Automotor
{
    public int CantPasajeros;
    public override void Imprimir()
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo} ({CantPasajeros} pasajeros)");
}
```

Error de
compilación



¿Por qué?

Al definir un constructor en la clase **Automotor**, el compilador ya no coloca el constructor por defecto. Sin embargo sí lo hace con las clases **Auto** y **Colectivo** de la siguiente manera:

```
public Auto() : base() { }
```

y

```
public Colectivo() : base() { }
```

Invoca el constructor sin parámetros de la clase base (que ya no existe)





Probemos agregando el constructor sin argumentos que ya no es incluido automáticamente en la clase Automotor



```
public Automotor(string marca, int modelo)
{
    Marca = marca;
    Modelo = modelo;
}

public Automotor()
{
}
```

```
class Automotor
{
    public string Marca;
    public int Modelo;
    public Automotor(string marca, int modelo)
    {
        Marca = marca;
        Modelo = modelo;
    }
    public Automotor()
    {
    }
    public virtual void Imprimir()
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo}");
}
class Auto : Automotor {
    public TipoAuto Tipo;
    public override void Imprimir()
    {
        Console.Write($"Auto {Tipo} ");
        base.Imprimir();
    }
}
class Colectivo : Automotor {
    public int CantPasajeros;
    public override void Imprimir()
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo} ({CantPasajeros} pasajeros)");
}
```

Solucionado!

```
class Automotor
{
    public string Marca;
    public int Modelo;
    public Automotor()
    {
        Marca = "Ford";
        Modelo = 1965;
    }
    public Automotor(string marca, int modelo)
    {
        Marca = marca;
        Modelo = modelo;
    }
    public virtual void Imprimir()
    => Console.WriteLine($"Marca: {Marca} Modelo: {Modelo}");
}

class Auto : Automotor
{
    public TipoAero TipoAero;
    public override void Imprimir()
    {
        Console.WriteLine($"Auto: {Marca} {Modelo} {TipoAero}");
        base.Imprimir();
    }
}

class Colectivo : Automotor
{
    public int CantPasajeros;
    public override void Imprimir()
    {
        Console.WriteLine($"Colectivo: {Marca} {Modelo} ({CantPasajeros} pasajeros)");
    }
}
```

En lugar de agregar el constructor sin argumentos en la clase Automotor se pueden definir constructores adecuados en las clases Auto y Colectivo que invoquen al constructor de dos argumentos de la clase Automotor



Agregar el siguiente constructor a la clase Auto



```
. . .  
public Auto(string marca, int modelo, TipoAuto tipo) : base(marca, modelo)  
{  
    this.Tipo = tipo;  
}  
. . .
```

The diagram consists of two white curved arrows on a dark blue background. The first arrow starts at the 'base(marca, modelo)' part of the constructor signature and points to the 'base' parameter in the 'base(marca, modelo)' call within the constructor body. The second arrow starts at the 'tipo' parameter in the constructor signature and points to the 'tipo' variable in the 'this.Tipo = tipo;' assignment statement.



Agregar el siguiente constructor a la clase Colectivo



```
. . .  
public Colectivo(string marca, int modelo, int cantPasajeros):base(marca, modelo)  
{  
    this.CantPasajeros = cantPasajeros;  
}  
. . .
```



Modificar el método Main y verificar que funcione



```
static void Main(string[] args)
{
    Auto a = new Auto("Ford", 2000, TipoAuto.Deportivo);
    Colectivo c = new Colectivo("Mercedes", 2010, 20);
    a.Imprimir();
    c.Imprimir();
}
```

Derivación de clases y herencia - Constructores

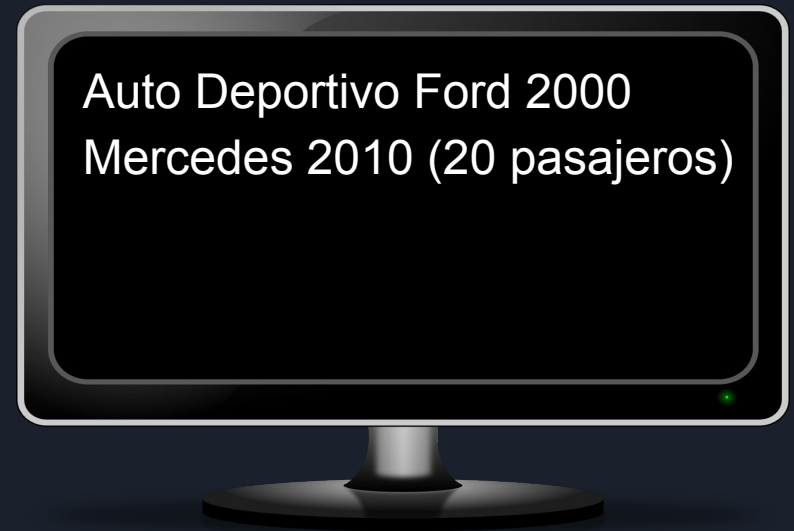
```
static void Main(string[] args) {  
    Auto a = new Auto("Ford", 2000, TipoAuto.Deportivo);  
    Colectivo c = new Colectivo("Mercedes", 2010, 20);  
    a.Imprimir(); c.Imprimir();  
}  
. . .
```

```
enum TipoAuto { Familiar, Deportivo, Camioneta }
```

```
class Automotor {  
    public string Marca;  
    public int Modelo;  
    public Automotor(string marca, int modelo) {  
        Marca = marca;  
        Modelo = modelo;  
    }  
    public virtual void Imprimir() => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo}");  
}
```

```
class Auto : Automotor {  
    public TipoAuto Tipo;  
    public Auto(string marca, int modelo, TipoAuto tipo) : base(marca, modelo) => Tipo = tipo;  
    public override void Imprimir() {  
        Console.Write($"Auto {Tipo} ");  
        base.Imprimir();  
    }  
}
```

```
class Colectivo : Automotor {  
    public int CantPasajeros;  
    public Colectivo(string marca, int modelo, int cantPasajeros)  
        : base(marca, modelo) => CantPasajeros = cantPasajeros;  
    public override void Imprimir()  
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo} ({CantPasajeros} pasajeros)");  
}
```



Modificadores de acceso

Si bien las clases derivadas heredan todos los miembros de una clase base (a excepción de los constructores y finalizadores), que dichos miembros estén o no visibles depende de su **accesibilidad**.





Establecer los campos Marca y Modelo de la clase Automotor como privados



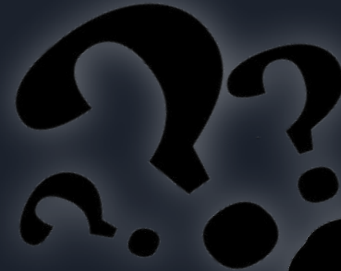
```
class Automotor
{
    private string Marca;
    private int Modelo;
    public Automotor(string marca, int modelo)
    {
        Marca = marca;
        Modelo = modelo;
    }
    public virtual void Imprimir()
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo}");
}
```

Modificadores de acceso

```
class Colectivo : Automotor
{
    public int CantPasajeros;
    public Colectivo(string marca, int modelo, int cantPasajeros)
        : base(marca, modelo) => CantPasajeros = cantPasajeros;

    public override void Imprimir()
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo} ({CantPasajeros} pasajeros)");
}
```

Error de
compilación



Modificadores de acceso

Un miembro **privado** sólo es visible en la clase donde se define y, aunque se hereda, no puede accederse desde el código de las clases derivadas.



El código de la clase `Auto` no tiene problemas porque nunca accede directamente a los campos definidos en `Automotor`, en su lugar usa invocaciones a la clase base

```
class Auto : Automotor {  
    public Auto(string marca, int modelo, TipoAuto tipo)  
        → : base(marca, modelo) => Tipo = tipo;  
    public override void Imprimir() {  
        Console.WriteLine($"Auto {Tipo} ");  
        → base.Imprimir();  
        ...  
    }  
}
```



En general es una buena práctica no acceder directamente a campos definidos en superclase

Sin embargo, si se necesita extender el acceso de un miembro a las clases derivadas (pero no a las demás), se debe marcar como protegido (`protected`)





Definir Marca y Modelo como protegidos



```
class Automotor
{
    protected string Marca;
    protected int Modelo;
    public Automotor(string marca, int modelo)
    {
        Marca = marca;
        Modelo = modelo;
    }
    public virtual void Imprimir()
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo}");
}
```

```
static void Main(string[] args) {  
    Auto a = new Auto("Ford", 2000, TipoAuto.Deportivo);  
    Colectivo c = new Colectivo("Mercedes", 2010, 20);  
    a.Imprimir(); c.Imprimir();  
}  
. . .
```

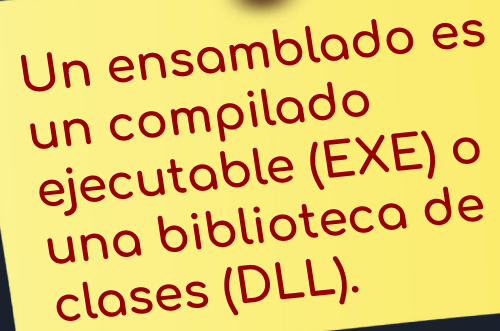
```
enum TipoAuto { Familiar, Deportivo, Camioneta }
```

```
class Automotor {  
    protected string Marca;  
    protected int Modelo;  
    public Automotor(string marca, int modelo) {  
        Marca = marca;  
        Modelo = modelo;  
    }  
    public virtual void Imprimir() => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo}");  
}  
  
class Auto : Automotor {  
    public TipoAuto Tipo;  
    public Auto(string marca, int modelo, TipoAuto tipo) : base(marca, modelo) => Tipo = tipo;  
    public override void Imprimir() {  
        Console.Write($"Auto {Tipo} ");  
        base.Imprimir();  
    }  
}  
  
class Colectivo : Automotor {  
    public int CantPasajeros;  
    public Colectivo(string marca, int modelo, int cantPasajeros)  
        : base(marca, modelo) => CantPasajeros = cantPasajeros;  
    public override void Imprimir()  
        => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo} ({CantPasajeros} pasajeros)");  
}
```



Modificadores de acceso

- Los miembros de las clases pueden declararse como **públicos**, **internos**, **protegidos** o **privados**.
 - **públicos**: precedidos por el modificador de acceso **public**. Pueden accederse desde cualquier clase de cualquier ensamblado que compone la aplicación.



Un ensamblado es un compilado ejecutable (EXE) o una biblioteca de clases (DLL).

Modificadores de acceso

- **internos**: precedidos por el modificador de acceso **internal**. pueden accederse sólo desde las clases en el mismo ensamblado.
- **protegidos**: precedidos por el modificador de acceso **protected**. Sólo pueden accederse desde la propia clase o desde sus clases derivadas (estén o no en el mismo ensamblado)
- **privados**: precedidos por el modificador de acceso **private** (por defecto para los miembros de clase). Sólo pueden accederse desde la propia clase.

Modificadores de acceso

- Además existen las siguientes combinaciones de modificadores de acceso:
 - `protected internal`: Pueden accederse desde cualquier código del ensamblado, o desde una clase derivada de cualquier ensamblado
 - `private protected`: Sólo pueden accederse desde la propia clase o desde sus clases derivadas en el mismo ensamblado

Modificadores de acceso

- Las clases pueden ser **públicas** o **internas**
 - **públicas**: precedidas por el modificador de acceso **public**.
 - **internas**: (valor predeterminado para las clases) son precedidas por el modificador de acceso **internal** o no contienen modificador de acceso.
 - No se pueden definir clases con el modificador **private** o **protected** a menos que sea una clase anidada dentro de otra



Propiedades. Modificar la clase Automotor definiendo las propiedades Marca y Modelo



```
class Automotor
```

```
{
```

```
    public string Marca { get; }
```

```
    private int _modelo;
```

```
    public int Modelo
```

```
    {
```

```
        get => _modelo;
```

```
        set => _modelo = (value < 2005) ? 2005 : value;
```

```
    }
```

```
    . . .
```

```
}
```

Se desea controlar
que el Modelo sea
mayor o igual a
2005


Derivación de clases y herencia - Modificadores de acceso - Propiedades

```
static void Main(string[] args) {  
    Auto a = new Auto("Ford", 2000, TipoAuto.Deportivo);  
    Colectivo c = new Colectivo("Mercedes", 2010, 20);  
    a.Imprimir(); c.Imprimir();  
}  
. . .
```

```
enum TipoAuto { Familiar, Deportivo, Camioneta }
```

```
class Automotor {  
    public string Marca { get; set; }  
    private int _modelo;  
    public int Modelo  
    {  
        get => _modelo;  
        set => _modelo = (value < 2005) ? 2005 : value;  
    }  
    public Automotor(string marca, int modelo)  
    {  
        Marca = marca;  
        Modelo = modelo;  
    }  
    public virtual void Imprimir()  
    => Console.WriteLine($"{Marca} {Modelo}");  
}  
. . .
```

El constructor de Automotor (que también utilizan Auto y Colectivo) utiliza la propiedad Modelo, por lo tanto, si es necesario el modelo será corregido durante la creación del objeto



Auto Deportivo Ford 2005
Mercedes 2010 (20 pasajeros)



Restringir la escritura de la propiedad Modelo para todas las clases distintas de Automotor y derivadas



```
class Automotor
{
    public string Marca { get; }
    private int _modelo;
    public int Modelo
    {
        get => _modelo;
        protected set => _modelo = (value < 2005) ? 2005 : value;
    }
    . . .
}
```

El modificador de acceso afecta sólo al descriptor `set`

Descriptores de acceso con distintos niveles de accesibilidad

```
public int Modelo  
{
```

```
    get => _modelo;
```

```
    protected set => _modelo = (value < 2005)  
                                ? 2005 : value;
```

```
}
```

Se usa un modificador en la propiedad y otro en uno de los accessors

El modificador del accessor debe ser más restrictivo que el de la propiedad



Modificadores de acceso (Restricciones)

```
public class Auto : Automotor
{
    public TipoAuto Tipo;
    public Auto(string marca, int modelo, TipoAuto tipo)
        : base(marca, modelo) => Tipo = tipo;

    public override void Imprimir()
    {
        Console.WriteLine($"Auto {Tipo} ");
        base.Imprimir();
    }
}
```

¿Qué pasa si
declaramos
pública a la clase
Auto?

Modificadores de acceso (Restricciones)

Error de compilación:

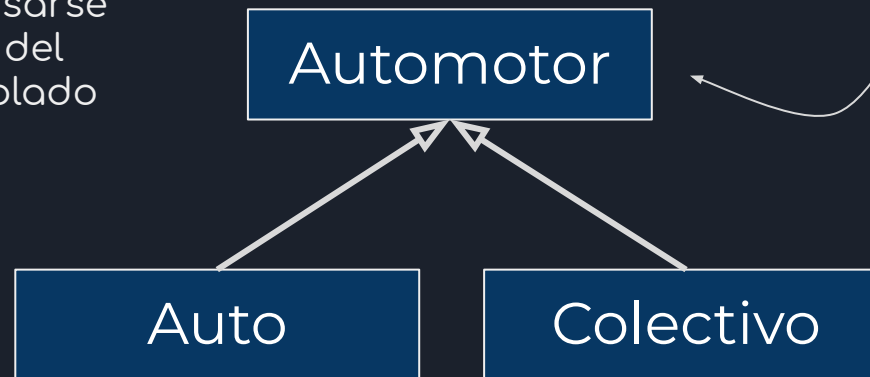
Incoherencia de accesibilidad: la clase base 'Automotor' es menos accesible que la clase 'Auto'

Pública

Puede usarse
fuera del
ensamblado

Interna

Sólo accesible
en el propio
ensamblado



Modificadores de acceso (Restricciones)

```
public class Program
{
    public Colectivo c1;
    protected Colectivo c2;
    private Colectivo c3;
    internal Colectivo c4;
    static void Main(string[] args)
    {
        ...
    }
    ...
}
```

¿Y ahora, cuál es el problema?



Modificadores de acceso (Restricciones)

```
public class Program
{
    public Colectivo c1;
    protected Colectivo c2;
    private Colectivo c3;
    internal Colectivo c4;
    static void Main(string[] args)
    {
        ...
    }
    ...
}
```

Incoherencia de accesibilidad:
la clase **Colectivo** es menos
accesible que los campos **c1** y **c2**

Modificadores de acceso (Restricciones)

- Las **clases** no pueden ser más accesibles que su clase base
- Las **constantes, campos, propiedades e indizadores** no pueden ser más accesibles que sus respectivos tipos
- Los **métodos, constructores e indizadores** no pueden ser más accesibles que **los tipos de sus parámetros, índices o valor de retorno**

Invalidación de propiedades

- Las propiedades, al igual que los métodos, pueden ser redefinidas (invalidadas) en las clases derivadas
- Para ello, al igual que los métodos, la propiedad debe ser marcada como una propiedad virtual mediante la palabra clave `virtual`
- Esto permite que las clases derivadas invaliden el comportamiento de la propiedad mediante la palabra clave `override`.



Marcar con virtual a la propiedad Modelo de Automotor (vamos a redefinirla en Colectivo)



```
class Automotor
{
    public string Marca { get; }
    private int _modelo;
    public virtual int Modelo
    {
        get => _modelo;
        protected set => _modelo = (value < 2005)
                                ? 2005 : value;
    }
    . . .
}
```



Codificar la propiedad Modelo de Colectivo y redefinir el accesor set



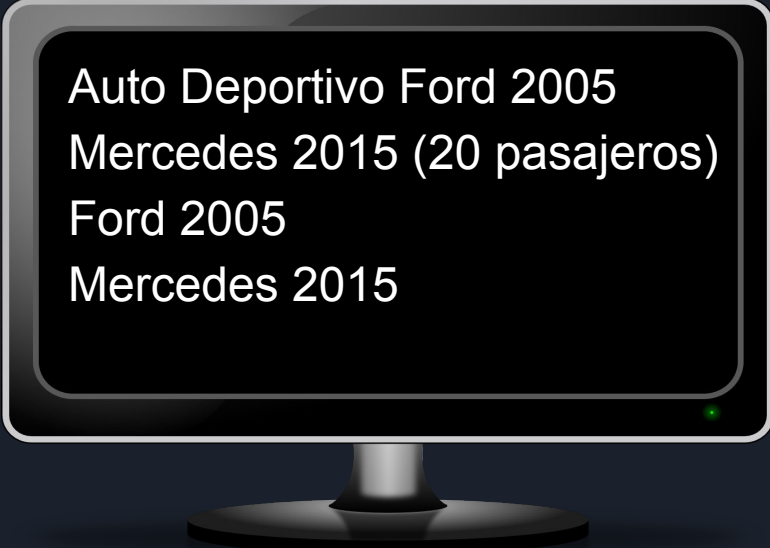
```
class Colectivo : Automotor
{
    public int CantPasajeros;
    public override int Modelo
    {
        protected set =>
            base.Modelo = (value < 2015) ? 2015 : value;
    }
    . . .
}
```

Estamos *invalidando*
la propiedad Modelo
de la *clase base*
(sólo el *accessor set*)

```
...  
static void Main(string[] args)  
{  
    Auto a = new Auto("Ford", 2000, TipoAuto.Deportivo);  
    Colectivo c = new Colectivo("Mercedes", 2010, 20);  
    a.Imprimir();  
    c.Imprimir();  
    Console.WriteLine(a.Marca + " " + a.Modelo);  
    Console.WriteLine(c.Marca + " " + c.Modelo);  
}  
...
```

Verificando

Cualquier intento de asignación de a.Marca, a.Modelo, c.Marca o c.Modelo provoca error de compilación



Auto Deportivo Ford 2005
Mercedes 2015 (20 pasajeros)
Ford 2005
Mercedes 2015

Clases abstractas

- El propósito de una **clase abstracta** es proporcionar una **definición común de una clase base** que hereden múltiples clases derivadas
- No se pueden crear instancias de una **clase abstracta**
- Las **clases abstractas** se señalan con el modificador **abstract**

Clases abstractas

- Una **clase abstracta** puede tener **métodos**, **propiedades**, **indizadores** y **eventos** (los veremos más adelante) **abstractos**.
- Una **clase abstracta** también pueden tener miembros **no abstractos**.
- Las **miembros abstractos** no tienen implementación, se escriben sin el cuerpo, y llevan el modificador **abstract**

Clases abstractas

- El compilador dará error cuando:
 - se declare un **miembro abstracto** en una **clase no abstracta**
 - al **intentar instanciar** un objeto de una clase abstracta
 - si no se implementan los métodos y las propiedades abstractos de la clase base en una clase derivada no abstracta

Clases abstractas - Ejemplo

```
abstract class Automotor
{
    public abstract void HacerMantenimiento();
    public abstract DateTime FechaService { get; set; }
    public abstract double PrecioDeVenta { get; }
    public string Marca { get; }
    private int _modelo;
    . . .
}
```

Auto y Colectivo deben implementar (override):

- método HacerMantenimiento(),
- bloque get de la propiedad PrecioDeVenta
- bloques get y set de la propiedad FechaService

Clases abstractas - Ejemplo

¡ ATENCIÓN !

```
public abstract DateTime FechaService {get; set;}  
public abstract double PrecioDeVenta {get;}
```

Son propiedades abstractas, no confundir con propiedades auto-implementadas.

El modificador **abstract** es la clave para interpretar correctamente estas líneas de código



Finalizadores (destructores)

- Los **finalizadores** (también conocidos como **destructores**) se usan para “hacer limpieza” cuando el recolector de elementos no utilizados (*garbage collector*) libera memoria.
- El *garbage collector* comprueba periódicamente si hay objetos no referenciados por ninguna aplicación. En tal caso llama al finalizador (si existe) y libera la memoria que ocupaba el objeto.
- Se puede forzar la recolección con **GC.Collect()** pero en general debe evitarse por razones de rendimiento.

Finalizadores (destructores)

- En las aplicaciones de **.NET Framework** (pero no en las de **.NET Core**), cuando se cierra el programa también se llama a los finalizadores.
- No se puede llamar a los finalizadores, **se invocan automáticamente**.
- Puede haber **un solo** finalizador **por clase**, no puede tener **ni parámetros ni modificadores**.
- Los finalizadores no se heredan

Finalizadores (destructores)

- Sintaxis:

```
class MiClase
{
    ~MiClase()  // Finalizador o destructor
    {
        // código de limpieza...
    }
}
```

- Luego de ejecutarse el código de un finalizador se invoca implícitamente al finalizador de su clase base. Es decir que se ejecutan en cadena todos los finalizadores de manera recursiva desde la clase más a la menos derivada.

Derivación de clases y herencia - Finalizadores - Ejemplo

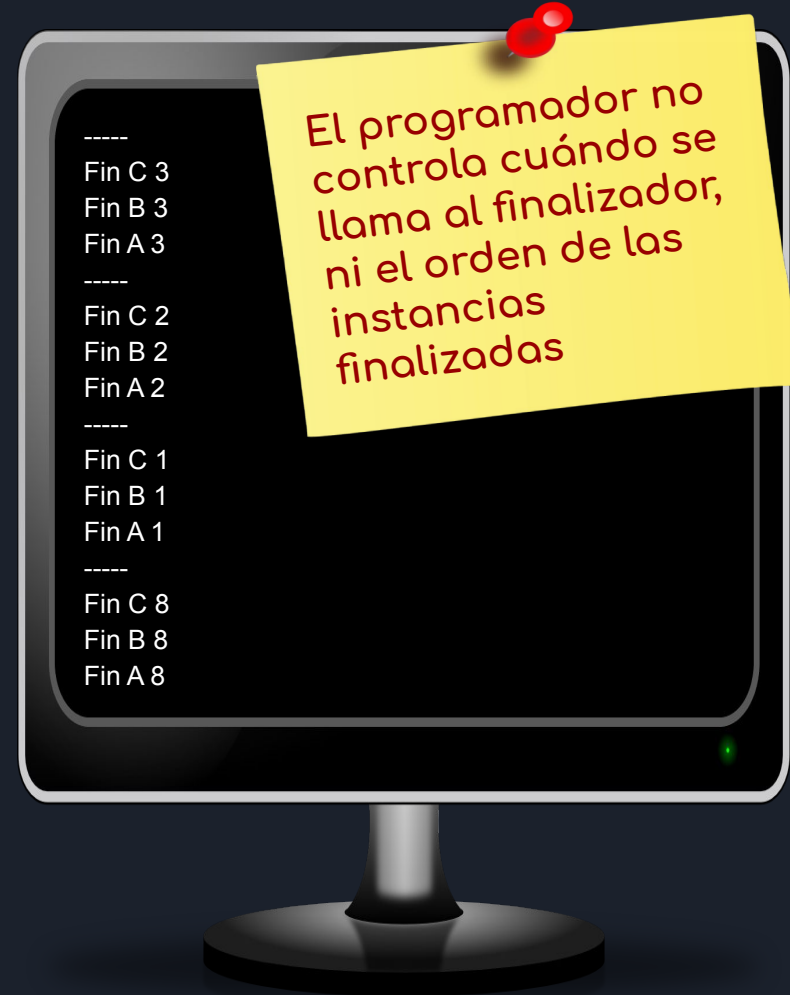
```
using System;
class TestFinalizadores {
    static void Main() {
        for (int i = 0; i < 20; i++) {
            new ClaseC();
        }
    }
}
```

Se crean y pierden
objetos *ClaseC*

```
class ClaseA {
    static int s_id=1;
    protected int Id;
    public ClaseA() => Id = s_id++;
    ~ClaseA() => Console.WriteLine($"Fin A {Id}");
}
```

```
class ClaseB : ClaseA {
    ~ClaseB() => Console.WriteLine($"Fin B {Id}");
}
```

```
class ClaseC : ClaseB {
    int[] vector = new int[100_000];
    ~ClaseC() {
        Console.WriteLine("-----");
        Console.WriteLine($"Fin C {Id}");
    }
}
```



Sólo para ocupar espacio de memoria

Finalizadores (destructores)

Los **finalizadores** pueden ser útiles para liberar objetos que incluyen **recursos no administrados**, el resto los gestiona el **garbage collector**.

Los tipos más comunes de recurso no administrado son objetos que contienen **recursos del sistema operativo**, como archivos, ventanas, conexiones de red o conexiones de bases de datos.



Polimorfismo



Polimorfismo

- El **polimorfismo** suele considerarse el tercer pilar de la programación orientada a objetos, después del **encapsulamiento** y la **herencia**
- Un **objeto polimórfico** en tiempo de **ejecución** puede adoptar la forma de un **tipo no idéntico a su tipo declarado**.
- La relación “**es un**” asociada a la herencia permite tener objetos polimórficos

Objetos polimórficos - Ejemplo

```
object o;
```

```
o = 1;
```

```
o = "ABC";
```

```
Automotor a;
```

```
a = new Auto("Ford", 2000, TipoAuto.Deportivo);
```

```
a = new Colectivo("Mercedes", 2010, 20);
```

o y **a** son objetos polimórficos.
En tiempo de ejecución va a ocurrir polimorfismo (van a adoptar distintas formas de tipos)



Métodos virtuales y enlace dinámico

- Los **miembros virtuales**, la **invalidación** y el **enlace dinámico** permiten aprovechar el polimorfismo (también las **interfaces** que veremos más adelante).

Sea **a** de tipo **Automotor**. ¿Qué hace la siguiente instrucción?

```
a.Imprimir();
```

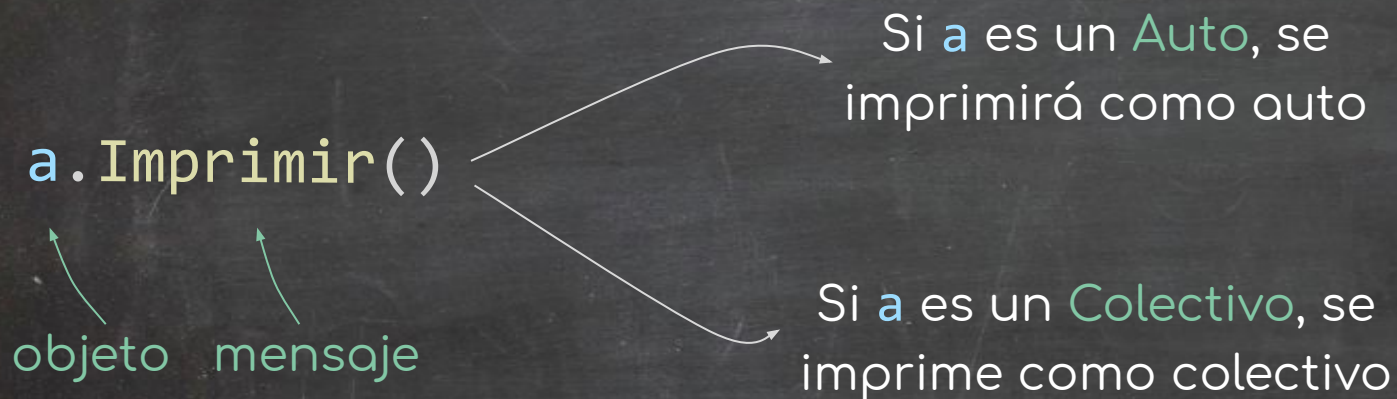


Métodos virtuales y enlace dinámico

- La respuesta a la pregunta anterior es: “**depende de quien sea a**”
- El método que se invocará en la expresión “**a.Imprimir();**” NO se enlaza estáticamente en tiempo de compilación
- El CLR busca en tiempo de ejecución, el tipo específico del objeto **a** , e invoca la invalidación correcta de **Imprimir()** (**enlace dinámico**)

Polimorfismo - Consecuencia

El polimorfismo permite que un mismo mensaje enviado a un objeto provoque comportamientos distintos dependiendo de quién sea el objeto



Polimorfismo - Consecuencia

El polimorfismo
mensaje enviado
comportamiento
quién sea el ob

`a.Imprimir()`

objeto mensaje

REQUISITO

Los objetos que se usan de manera polimórfica deben saber responder al mensaje que se les envía. Con C# el compilador se asegura de ello.

En nuestro ejemplo a es un automotor y por lo tanto todo objeto que podamos asignarle conocerá el método `Imprimir()`, la herencia lo garantiza.



Interfaz polimórfica

- La **interfaz polimórfica** de una **clase base** es el conjunto de sus **métodos virtuales** y eventualmente **abstractos**.
- Esto es más interesante de lo que parece a primera vista, ya que permite crear aplicaciones de software fácilmente **extensibles** y **flexibles**.
- Un **diseño adecuado** de la **jerarquía de clases** permitirá tomar **ventaja del polimorfismo**.

Ejemplo

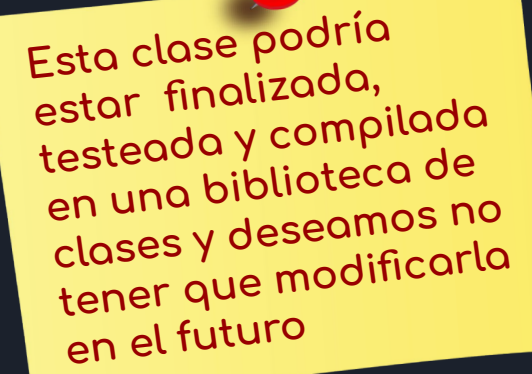
Supongamos que tenemos la clase estática (*utility class*) `ImprimidorAutomotores` dedicada a la impresión de automotores, que usamos de la siguiente manera:

```
static void Main(string[] args)
{
    Automotor[] vector = new Automotor[] {
        new Auto("Ford", 2015, TipoAuto.Deportivo),
        new Colectivo("Mercedes", 2019, 20),
        new Colectivo("Mercedes", 2018, 30),
        new Auto("Nissan", 2020, TipoAuto.Familiar)
    };
    ImprimidorAutomotores.Imprimir(vector);
}
```


Ejemplo

Gracias al **polimorfismo**, el código de la *utility class* es muy sencillo. El programador no necesita tener en cuenta la manera en que se imprime cada subtipo de automotor

```
static class ImprimidorAutomotores
{
    public static void Imprimir(Automotor[] vector)
    {
        foreach (Automotor a in vector)
        {
            a.Imprimir();
        }
    }
}
```



Esta clase podría estar finalizada, testeada y compilada en una biblioteca de clases y deseamos no tener que modificarla en el futuro

Polimorfismo - Ejemplo

```
static void Main(string[] args)
{
    Automotor[] vector = new Automotor[] {
        new Auto("Ford", 2015, TipoAuto.Deportivo),
        new Colectivo("Mercedes", 2019, 20),
        new Colectivo("Mercedes", 2018, 30),
        new Auto("Nissan", 2020, TipoAuto.Familiar)
    };
    ImprimidorAutomotores.Imprimir(vector);
}
. . .
```

```
static class ImprimidorAutomotores
{
    public static void Imprimir(Automotor[] vector)
    {
        foreach (Automotor a in vector)
        {
            a.Imprimir();
        }
    }
}
```



Cada automotor se imprime de la manera correcta, según el subtipo específico

Ejemplo

Supongamos que el sistema está en producción y algún tiempo después se solicita una modificación importante. El sistema ahora debe también trabajar con un nuevo tipo de automotor: las motos.

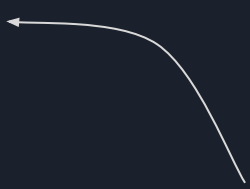
La tarea entonces consiste en agregar la clase Moto derivada de Automotor y sobrescribir (invalidar) convenientemente los miembros necesarios de su interfaz polimórfica



Ejemplo

```
class Moto : Automotor
{
    public Moto(string marca, int modelo)
        : base(marca, modelo) { }

    public override void Imprimir()
    {
        Console.Write("Moto ");
        base.Imprimir();
    }
    . . .
}
```




Codificamos la manera
en que una moto se
imprime a sí misma

Polimorfismo - Ejemplo

```
static void Main(string[] args)
{
    Automotor[] vector = new Automotor[] {
        new Auto("Ford", 2015, TipoAuto.Deportivo),
        new Colectivo("Mercedes", 2019, 20),
        new Colectivo("Mercedes", 2018, 30),
        new Moto("Gilera", 2017)
    };
    ImprimidorAutomotores.Imprimir(vector);
}
. . .
```

```
static class ImprimidorAutomotores
{
    public static void Imprimir(Automotor[] vector)
    {
        foreach (Automotor a in vector)
        {
            a.Imprimir();
        }
    }
}
```



Auto Deportivo Ford 2015
Mercedes 2019 (20 pasajeros)
Mercedes 2018 (30 pasajeros)
Moto Gilera 2017

Observar que gracias al
polimorfismo no tuvimos que
modificar la clase
`ImprimidorAutomotores`

Principio Open / Close

El principio **Open/Close** (el segundo de los principios **SOLID**) establece:

una entidad de software debe ser
abierta para su extensión, pero
cerrada para su modificación

El polimorfismo contribuye a que podamos cumplir con este principio



Diseño ineficiente que no hace uso de polimorfismo

- Si nuestro código requiere consultar por el tipo de un objeto (operador `is`) puede ser una señal de un diseño ineficiente
- Semántica del operador `is` :
 - Si `a` es una instancia de `Auto`


```
a is Auto // devuelve true
```

```
a is Colectivo //devuelve false
```

```
a is Automotor // devuelve true
```

```
a is object // devuelve true
```

```
a is string // devuelve false
```



Diseño ineficiente que no hace uso de polimorfismo

Caso hipotético de un diseño ineficiente:

- No definimos la clase `Automotor` con su interfaz polimórfica.
- `Auto` y `Colectivo` derivan directamente de `object`.
- Los métodos `Imprimir()` de `Auto` y `Colectivo` no están relacionados entre sí, incluso sus nombres podrían no coincidir.
- `Imprimir()` de la clase `ImprimidorAutomotores` no puede tomar ventaja del polimorfismo

Diseño ineficiente que no hace uso de polimorfismo

```
static class ImprimidorAutomotores {  
    public static void Imprimir(object[] vector) {  
        foreach (object o in vector)  
        {  
            if (o is Auto)  
            {  
                (o as Auto).Imprimir();  
            }  
            else if (o is Colectivo)  
            {  
                (o as Colectivo).Imprimir();  
            }  
        }  
    }  
}
```

Es necesario consultar
por el tipo de los objetos
para poder convertirlos
adecuadamente

Diseño ineficiente que no hace uso de polimorfismo

```
static class ImprimidorAutomotores {  
    public static void Imprimir(object[] vector) {  
        foreach (object o in vector)  
        {  
            if (o is Auto)  
            {  
                (o as Auto).Imprimir();  
            }  
            else if (o is Colectivo)  
            {  
                (o as Colectivo).Imprimir();  
            }  
        }  
    }  
}
```

Esta clase no está cerrada para la modificación.
Al agregar la clase Moto, también se debería modificar este método

Notas complementarias

El método ToString()

- Uno de los métodos de la interfaz polimórfica de `object` es:

```
public virtual string ToString();
```

- La implementación genérica en `object` simplemente devuelve el nombre del tipo del objeto que recibe el mensaje, es lo que muestra el método `WriteLine()` de la clase `Console`.

El método ToString()

- Por ejemplo si `a` es una instancia de `Auto`, la instrucción `Console.WriteLine(a)` imprime en la consola **Teoria6.Auto**
- Gracias al `polimorfismo`, no es necesario modificar el método `WriteLine()` de la clase `Console` para cambiar este comportamiento. Podemos hacerlo invalidando el método `ToString()` de la clase `Auto` (principio `Open/Close`)

```
...
static void Main(string[] args)
{
    Auto a = new Auto("Fiat", 2017, TipoAuto.Familiar);
    Console.WriteLine(a);
}
...
```

```
abstract class Automotor
{
    public override string ToString()
    {
        return $"Marca: {Marca} \nModelo: {Modelo}";
    }
    ...
}
class Auto : Automotor
{
    public override string ToString()
    {
        return base.ToString() + $" \nTipo: {Tipo}";
    }
    ...
}
```



Excepciones definidas por el usuario

- .NET proporciona una jerarquía de clases de excepciones derivadas en última instancia de la clase base `Exception`.
- También podemos crear nuestras propias excepciones derivando clases de `Exception`. La convención es terminar el nombre de clase con la palabra "Exception" e implementar los tres constructores comunes

Excepciones definidas por el usuario

Ejemplo:

```
public class TanqueCapacidadExcedidaException : Exception {  
    public TanqueCapacidadExcedidaException() { }
```

```
    public TanqueCapacidadExcedidaException(string message)  
        : base(message) { }
```

```
    public TanqueCapacidadExcedidaException(string message,  
        Exception inner): base(message, inner) { }
```

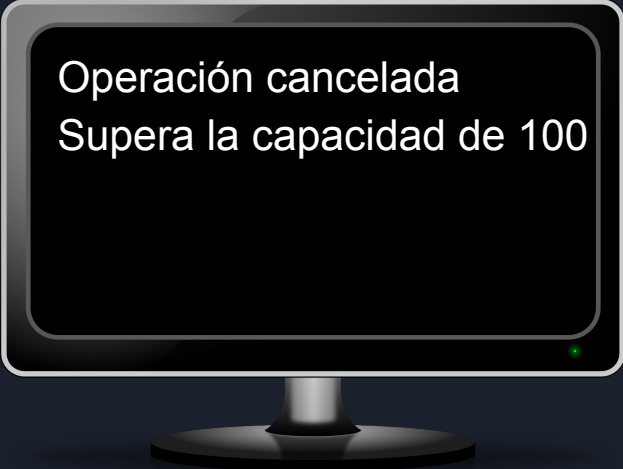
```
    . . .
```

```
}
```

Se usa cuando en un manejador de excepción (bloque catch) se lanza otra excepción pero en inner se mantiene la referencia a la original

```
. . .  
static void Main(string[] args) {  
    Tanque t=new Tanque();  
    try {  
        t.Agregar(200);  
    } catch(TanqueCapacidadExcedidaException e) {  
        Console.WriteLine($"Operación cancelada\n{e.Message}");  
    }  
}  
. . .
```

```
class Tanque {  
    public double Capacidad { get; set; } = 100;  
    public double Litros { private set; get; }  
    public void Agregar(double litros) {  
        if ((this.Litros + litros) > Capacidad) {  
            string mensaje = $"Supera la capacidad de {Capacidad}";  
            throw new TanqueCapacidadExcedidaException(mensaje);  
        } else this.Litros += litros;  
    }  
}
```



Operación cancelada
Supera la capacidad de 100



Herencia de campos estáticos

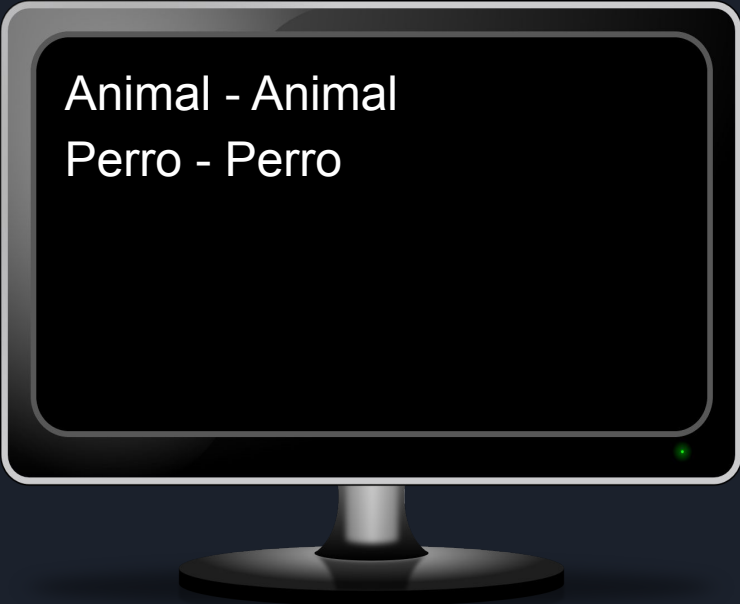
- Los campos estáticos también se heredan
- Sin embargo, a diferencia de los campos de instancia, la clase derivada no obtiene su propio campo sino que accede al mismo campo que su clase base

```
. . .  
static void Main(string[] args)  
{  
    Console.WriteLine($"{Animal.Info} - {Perro.Info}");  
    Perro.Info = "Perro";  
    Console.WriteLine($"{Animal.Info} - {Perro.Info}");  
}  
. . .
```

```
class Animal  
{  
    public static string Info = "Animal";  
}
```

```
class Perro : Animal  
{  
}
```

*Animal.Info y
Perro.Info
son la misma
variable*



Animal - Animal
Perro - Perro



Herencia de campos estáticos

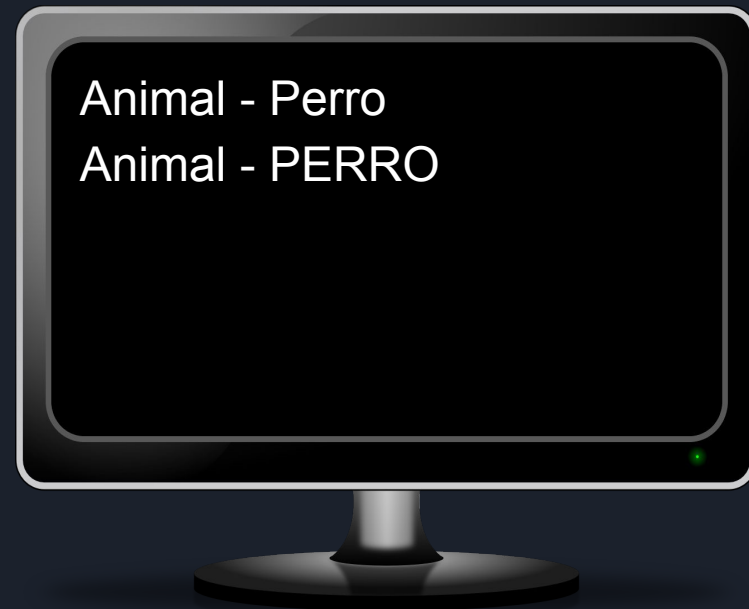
- Es posible volver a definir un campo estático en una clase derivada.
- De esta forma se dice que el nuevo campo oculta al campo de la clase base
- Se debe utilizar el modificador `new` para evitar un `Warning` del compilador

```
. . .  
static void Main(string[] args)  
{  
    Console.WriteLine($"{Animal.Info} - {Perro.Info}");  
    Perro.Info = "PERRO";  
    Console.WriteLine($"{Animal.Info} - {Perro.Info}");  
}  
. . .
```

```
class Animal {  
    public static string Info = "Animal";  
}  
  
class Perro : Animal {  
    new public static string Info = "Perro";  
}
```

`new` evita el `warning` del compilador que nos advierte que estamos ocultando el campo heredado `Animal.Info`

`Animal.Info` y `Perro.Info`
son distintas
variables



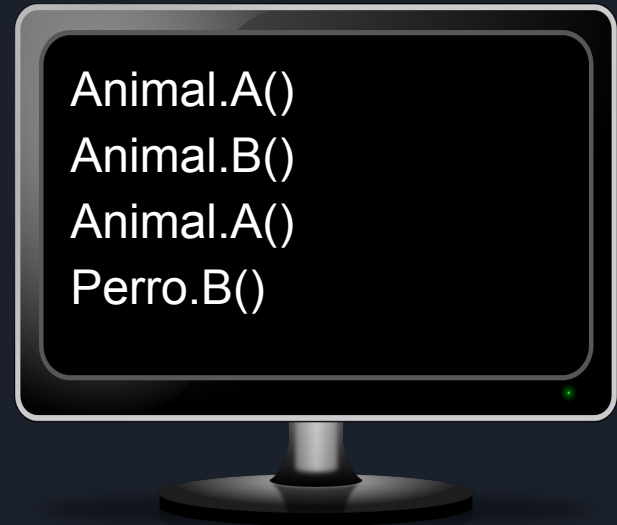
Herencia de métodos estáticos

- Los **métodos estáticos** también se heredan pero **no pueden invalidarse**
- Marcar un método estático como **virtual**, **override** o **abstract** (ver más adelante) provoca error de compilación
- Los métodos estáticos **pueden ser ocultos** en las clases derivadas

```
. . .  
static void Main(string[] args) {  
    Animal.A();  
    Animal.B();  
    Perro.A();  
    Perro.B();  
}  
. . .
```

```
class Animal {  
    public static string Info = "Animal";  
    public static void A() => Console.WriteLine("Animal.A()");  
    public static void B() => Console.WriteLine("Animal.B()");  
}
```

```
class Perro : Animal {  
    new public static string Info = "Perro";  
    new public static void B() =>  
        Console.WriteLine("Perro.B()");  
}
```



`new` evita el `warning` del compilador que nos advierte que estamos ocultando el método heredado `Animal.B()`

Extensión de métodos

- La **herencia** permite extender el funcionamiento de clases existentes, sin embargo no siempre está disponible
- No pueden derivarse **clases selladas** (marcadas con el modificador **sealed**) ni tampoco estructuras (por ejemplo los tipos numéricos)
- Los **métodos de extensión** permiten agregar funcionalidad a los tipos incluso en los casos en que la herencia no está permitida



Extensión de métodos

- Los **métodos de extensión** son métodos con los que se extiende a un tipo pero se definen realmente como miembros en otro tipo (una clase estática).
- Supongamos que queremos contar con un **conjunto extra de funciones** para trabajar con tipos **int**.
- Una buena idea es definir una clase estática que agrupe las nuevas funciones.

Extensión de métodos

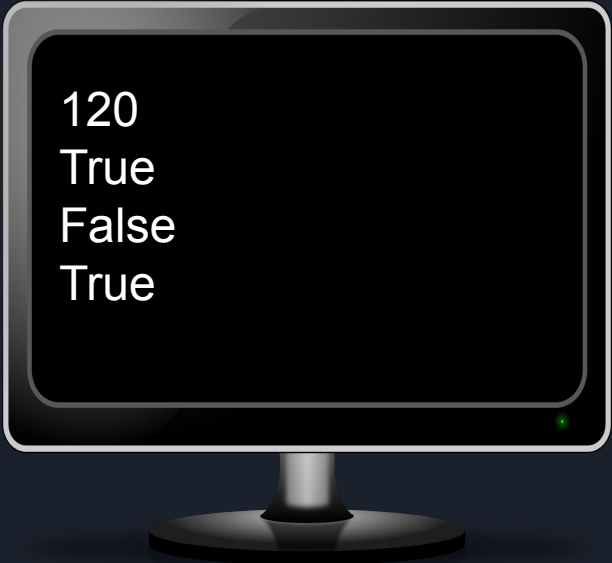
Definimos la siguiente *utility class* con tres métodos que nos interesan

```
static class IntExtension
{
    public static int Factorial(int n)
        => (n == 0) ? 1 : n * Factorial(n - 1);
    public static bool EsDivisible(int a, int b)
        => (a % b == 0);
    public static bool SeEscribeIgualA(int a, string st)
        => (a.ToString() == st);
}
```

```
class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Console.WriteLine(IntExtension.Factorial(5));
        Console.WriteLine(IntExtension.EsDivisible(10, 5));
        Console.WriteLine(IntExtension.EsDivisible(10, 3));
        Console.WriteLine(IntExtension.SeEscribeIgualA(10, "10"));
    }
}

static class IntExtension
{
    public static int Factorial(int n)
        => (n == 0) ? 1 : n * Factorial(n - 1);
    public static bool EsDivisible(int a, int b)
        => (a % b == 0);
    public static bool SeEscribeIgualA(int a, string st)
        => (a.ToString() == st);
}
```

Por ahora sólo
es una clase de
utilidad



120
True
False
True

Queremos convertir estos métodos en
métodos de extensión para usarlos con
la sintaxis de métodos de instancia

Extensión de métodos

El primer parámetro especifica en qué tipo funciona el método.

```
static class IntExtension
{
    public static int Factorial(this int n)
        => (n == 0) ? 1 : n * Factorial(n - 1);

    public static bool EsDivisible(this int a, int b)
        => (a % b == 0);

    public static bool SeEscribeIgualA(this int a, string st)
        => (a.ToString() == st);
}
```

anteponer el
modificar this al
primer parámetro

```
class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        Console.WriteLine(5.Factorial());
        Console.WriteLine(10.EsDivisible(5));
        Console.WriteLine(10.EsDivisible(3));
        Console.WriteLine(10.SeEscribeIgualA("10"));
    }
}

static class IntExtension
{
    public static int Factorial(this int n)
        => (n == 0) ? 1 : n * Factorial(n - 1);
    public static bool EsDivisible(this int a, int b)
        => (a % b == 0);
    public static bool SeEscribeIgualA(this int a, string st)
        => (a.ToString() == st);
}
```

Sintaxis
invocación
métodos de
instancia

El nombre de la
clase ahora es
irrelevante



120
True
False
True

Extensión de métodos

Si la clase estática con los métodos de extensión se encuentra definida en otro espacio de nombres, estos métodos estarán disponibles únicamente cuando el espacio de nombre se importe explícitamente con la directiva using



Fin