

# Tema 9.4

[Descargar estos apuntes](#)

## Índice

1. [Principios SOLID](#)
  1. [Conceptos básicos](#)
  2. [S → Principio de responsabilidad simple \(SRP\)](#)
  3. [O → Principio de Abierto/Cerrado \(OCP\)](#)
  4. [L → Liskov Substitution Principle \(LSP\)](#)
  5. [I → Principio de Segregación de Interfaces \(ISP\)](#)
  6. [D → Principio de Inversión de Dependencias \(DIP\)](#)

# Principios SOLID

## Conceptos básicos

- La experiencia en el desarrollo usando el paradigma POO, dio lugar a cinco reglas que todo desarrollador OO debería seguir para crear un sistema que sea **fácil de mantener** y **escalable** a través del tiempo.
- Estas **cinco reglas** son conocidas como los principios **SOLID** y las vamos a enumerar a continuación.
- Algunas ya las hemos visto indirectamente durante el curso.



## S → Principio de responsabilidad simple (SRP)

**Definición:** Descrito por **Robert C. Martin**. Este principio establece que un componente del software (método, clase o módulo) debe estar centrado en una **única tarea** (tener solo una responsabilidad).

Cómo ocurriría en programación modular, que si un módulo hacía más de una cosa genera acoplamiento. Lo mismo sucederá con nuestras clases.

👉 **Importante:** No siempre es tan obvio su incumplimiento. Por eso, siempre que añadamos un método a una clase deberemos pensar si realmente debería ir en la misma o realmente se está convirtiendo en un **'Cajón Desastre'**.

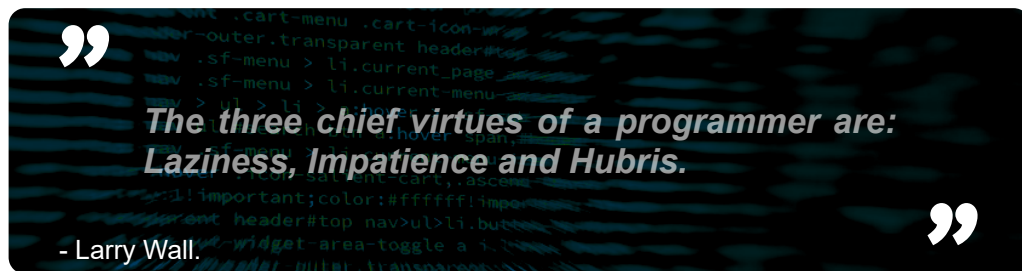
Vemos cómo **'darnos cuenta'** de su incumplimiento a través de un par de ejemplos...

1. Supongamos la siguiente clase **Rectángulo** donde hemos añadido dos métodos de utilidad sobre un conjunto de objetos de la clase.

```
public class Rectángulo
{
    public double Alto { get; }
    public double Ancho { get; }
    public Rectángulo(double alto, double ancho)
    {
        Alto = alto;
        Ancho = ancho;
    }
    10 public static double SumaÁreas(Rectangle[] rectángulos) {...}
    11 public static double SumaPerímetros(Rectangle[] rectángulos) {...}
}
```

Por algún tipo de requerimiento, estos sumatorios han acabado formando parte de nuestra lógica de la aplicación. En principio, podríamos pensar que como la única clase que interviene es **Rectángulo** y además, vamos a realizar

operaciones de utilidad sobre un conjunto de objetos de este tipo, su lugar más apropiado sería la clase rectángulo. Además, muchas veces al programar somos 'vagos' y hacemos la opción más rápida y simple 'sin pensar'.



Sin embargo, estas operaciones no forman parte de la lógica que podría tener un rectángulo en la vida real, esto es, no definen operaciones sobre un objeto **Rectángulo**. Una pista importante, es que en lugar de uno solo rectángulo, al método llegan un conjunto de ellos y eso nos debería '**chirriar**'. Es más, si fuera una operación sobre un solo objeto rectángulo, no tendría sentido que fuera un método de clase sino uno de 'instancia' de un determinado rectángulo.

Para cumplir con el principio, quitamos la funcionalidad de sumatorios de la clase **Rectángulo** e introducimos un par de clases encargadas de realizar las operaciones sobre el los conjuntos de rectángulos, una posible implementación podría ser la siguiente...

```
public class CálculosSobreÁreas
{
    public static double Suma(Rectángulo[] rectángulos) {...}
}
public class CálculoSobrePerímetros
{
    public static double Suma(Rectángulo[] rectángulos) {...}
}
```

Entonces así cada clase tiene una sola responsabilidad: una representa un rectángulo y las otras se encargan de hacer operaciones relacionadas con ellos.

## 2. Veamos otro ejemplo sutil, pero interesante de la aplicación de este principio ...

Supongamos que el estado de un objeto persona queremos formatearlo a cadena de diferentes formas para representarlo en diferentes sitios.

```
class Persona
{
    public string Nombre { get; private set; }
    public short Edad { get; private set; }
    ...
    public string FomateaALinea() => $"Nombre: {Nombre}, Edad: {Edad}";
    public string FomateaATabla() => $"{"Nombre",-8}{"Edad",-8}\n{Nombre,-8}{Edad,-8}";
}
```

Aparentemente no debería haber problema porque **esta vez parecen operaciones sobre objetos de la clase** y además acceden a la propiedades del mismo. Pero, la clase puede empezar a ser '**pesada**' si, por requerimientos del cliente, tendremos que añadir muchos métodos de Formato y por tanto de alguna manera también estaríamos incumpliendo este principio.

Una posibilidad, sería llevarnos la responsabilidad del formateo a otras clases haciendo más '**liviana**' de la siguiente manera...

```

1 class FomateaPersonaATabla
{
    private Persona Persona{ get; set; }
    public FomateaPersonaATabla(Persona persona) { ... }

    public override string ToString() =>
    $"{"Nombre",-8}{"Edad",-8}\n{Persona.Nombre,-8}{Persona.Edad,-8}";
}

10 class FomateaPersonaALinea
{
    private Persona Persona { get; set; }
    public FomateaPersonaALinea(Persona persona) { ... }

    public override string ToString() =>
    $"Nombre: {Persona.Nombre}, Edad: {Persona.Edad}";
}

```

”

***SRP is one of the more important concept in OO design. It's also one of the simpler concepts to understand and adhere to. Yet oddly, SRP is often the most abused class design principle.***

”

- Robert C. Martin

## O → Principio de Abierto/Cerrado (OCP)

**Definición:** Establece que el diseño debe ser **abierto para poderse extender**, pero **cerrado para poderse modificar**.

En otras palabras, el Software debe ser diseñado pensando en el crecimiento de la aplicación, pero **el nuevo código debe requerir el menor número de cambios en el código existente**. Otra forma simple de expresarlo podría ser: *'Abierto a lo nuevo, cerrado para lo viejo'*.

Formas de aplicarlo en POO:

1. El **uso más común** de extensión es **mediante el mecanismo de herencia y la invalidación** o sobreescritura de métodos.
2. Utilizando una **abstracción**, por ejemplo utilizando métodos que acepten una **interface**, de manera que podemos pasar cualquier clase que lo implemente.
3. Usando el Patrón **Decorator** cómo vimos en el tema y salida por ejemplo cuando vimos el *'decorator'* `BufferedStream` sobre un `FileStream`. De esta manera podremos añadir futuros *'decoradores'* sin modificar la clase original.

Vamos a ver a través de un **ejemplo** como aplicar diferentes estrategias.

Supongamos que realizamos la siguiente abstracción de ordenador para tener el coste de diferentes configuraciones de ordenadores.

```
public class OrdenadorBásico
{
    public virtual double Procesador => 56D;
    public virtual double HDD => 30D;
    public virtual double Gráfica => 41.99D;
    public virtual double RAM => 23.5D;
    public virtual double Precio => Procesador + HDD + Gráfica + RAM;
}

10 public class OrdenadorOficina : OrdenadorBásico
{
    public override double Procesador => 100D;
    public override double HDD => 150D;
    public override double Gráfica => 110D;
    public override double RAM => 90D;
}
```

Podríamos extender nuevas configuraciones además de `OrdenadorOficina` tales como: `OrdenadorGamer`, `OrdenadorServidor` y así todas las que se nos ocurran en el futuro.

```
static void Main()
{
    OrdenadorBásico setup = new OrdenadorOficina();
    Console.WriteLine($"Precio: {setup.Precio}");
}
```

Hasta aquí podemos decir que estamos cumpliendo **OCP**, ya que si queremos combinar otros precios solo tenemos que heredar de `OrdenadorBásico`. Sin embargo, nuestras configuraciones solo admiten **4 componentes básicos** y si

quisiéramos definir modelos con algún componente nuevo en forma de propiedad como **Refrigeración**. **¿Cómo lo haríamos?**

Bueno pues aplicando herencia, invalidaciones y ligadura dinámica de la siguiente forma...

```
1 public class OrdenadorGaming : OrdenadorBásico
{
    public override double Procesador => 3600;
    public override double HDD => 255.200;
    public override double Gráfica => 1200;
    public override double RAM => 1100;
7    public virtual double Refrigeración => 900;
8    public override double Precio => base.Precio + Refrigeración;
}

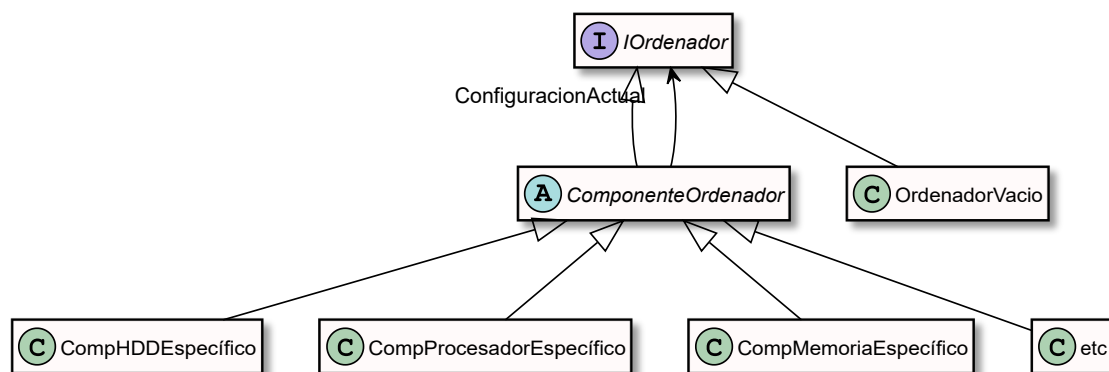
static void Main()
{
    OrdenadorBásico setup = new OrdenadorOficina();
    Console.WriteLine($"Precio: {setup.Precio}");
15    setup = new OrdenadorGaming();
16    Console.WriteLine($"Precio: {setup.Precio}");
}
```

👉 Seguimos teniendo la clase **OrdenadorBásico** 'cerrada' a la modificación, pero en ocasiones esta estrategia puede ser poco 'flexible', sobre todo en casos en que las combinaciones posibles son muchísimas y nos obligarían a crear muchas de extensiones de funcionalidad. En nuestro ejemplo, no hemos contemplado que la cantidad de componentes posibles es enorme y puede darnos lugar a decenas de definiciones para nuestras configuraciones.

En ese caso una alternativa más 'flexible', sería usar el **Patrón Decorator**.

**Nota:** La idea de este ejemplo, no es aprendernos el patrón, sino más bien ver una forma nueva de extender la funcionalidad de una clase ya dada.

Su esquema básico sería el siguiente...



Para ello, definiremos la abstracción de la funcionalidad de **Ordenador** a través de un interfaz.

```
public interface IOrdenador
{
    double Precio { get; }
}
```

Definiremos el decorador componente que extenderá de **IOrdenador** y que referenciará a la configuración del ordenador actual (**acumulada**). Esto le obliga a implementar la propiedad **Precio** donde añade a esta configuración el precio de dicho componente '**acumulado**'.

```
public abstract class ComponenteOrdenador : IOrdenador
{
    protected IOrdenador ConfiguracionActual { get; set; }
    public abstract double Precio { get; }
}
```

Definiremos ahora extensiones de **ComponenteOrdenador** que envolverán objetos con la funcionalidad final del ordenador **IOrdenador**. La cual referenciará la configuración '**acumulado**' hasta el momento y la '**decorará**' añadiéndole el precio de un componente.

```
public class SSDRapido : ComponenteOrdenador
{
    public SSDRapido(IOrdenador c) => ConfiguracionActual = c;
    public override double Precio => ConfiguracionActual.Precio + 255.20D;
}
public class Procesador8Nucleos : ComponenteOrdenador
{
    public Procesador8Nucleos(IOrdenador c) => ConfiguracionActual = c;
    public override double Precio => ConfiguracionActual.Precio + 360D;
}
public class Memoria16GB3600 : ComponenteOrdenador
{
    public Memoria16GB3600(IOrdenador c) => ConfiguracionActual = c;
    public override double Precio => ConfiguracionActual.Precio + 110D;
}
```

De forma análoga añadiríamos todos los componentes que queramos a posteriori **sin modificar el código anterior** y así cumpliendo **OCP**.

Ahora, definimos una clase ordenador con una **configuración básica o vacía** que iremos '**decorando**'

```
public class OrdenadorVacio : IOrdenador
{
    public double Precio => 0D;
}
```

Por último, podremos definir la configuración del ordenador de la siguiente manera...

```
static void Main()
{
    IOrdenador setup = new OrdenadorVacio();
    setup = new SSDRapido(setup);
    setup = new Procesador8Nucleos(setup);
    setup = new Memoria16GB3600(setup);

    // Aquí podríamos añadir nuevos componentes futuros a la configuración

    Console.WriteLine($"Precio: {setup.Precio}");
}
```



## L → Liskov Substitution Principle (LSP)

Nos sonará en nombre porque ya lo hemos usado. Principalmente lo que buscaremos es definir bien sus subclasses para que también puedan ser tratadas como la propia abstracción.

**Definición:** Establece que las subclasses deberían poder extender a su superclase sin cambiar el comportamiento de la misma.

En otras palabras, podríamos decir que después de la sustitución, no debería ser necesario ningún otro cambio para que el programa continúe funcionando como lo hacía originalmente.

Veamos un **ejemplo ilustrativo** de concreción que no nos permite aplicar **LSP** de forma correcta...

En la vida real tenemos '*claro*' que un cuadrado **es un** rectángulo con los dos lados iguales. Por lo cual, podríamos suponer en un principio que si cuadrado hereda de rectángulo sería un caso de herencia válido. Veamos que pasa si intentamos implementar este modelo...

```
class Rectángulo
{
    public virtual int Ancho { get; set; }
    public virtual int Alto { get; set; }
    public int Area => Ancho * Alto;
}
```

Invalidamos las propiedades para cuando cambiemos **Ancho** y **Alto**  **siga siendo un cuadrado**.

```
class Cuadrado : Rectángulo
{
    public override int Ancho { set { base.Ancho = value; base.Alto = value; } }
    public override int Alto { set { base.Ancho = value; base.Alto = value; } }
}
```

Ahora si pasamos el siguiente test...

```
static void TestArea(Rectangulo r)
{
    r.Ancho = 5; r.Alto = 4;
    Debug.Assert(r.Area == 20, $"Área {r.Area} y no 20.");
}

static void Main()
{
    TestArea(new Rectangulo());
    // Creamos una una instancia de Cuadrado y hacemos una sustitución
    // de Liskov hacia la superclase la cual no pasará el test
    TestArea(new Cuadrado());
}
```

Vemos como el **LSP no se cumple** en el segundo Test, ya que al asignar 4 a **Alto** el **Ancho** pasa a ser también 4 para cumplir la restricción de cuadrado y **el área me devolverá 16 en lugar de 20** como esperaba en el test.

Una posible solución es hacer nuestro objeto **inmutable**, este es, no dar la posibilidad de que el **Ancho** y el **Alto** cambien después de su creación.

## I → Principio de Segregación de Interfaces (ISP)

**Definición:** Este principio viene a decir, que ninguna clase debería implementar métodos definidos en un interface que luego no va a usar o no tienen sentido.

Para cumplirlo, evitaremos interfaces grandes ('*fat interfaces*') que definan muchos métodos. Por tanto, **las reduciremos a aquellos que siempre se van a dar claramente en todas las clases que la implementen.**

También podremos usar el mecanismo de extensión o herencia de interfaces para realizar dicha segregación.

Veamos un **ejemplo** de incumplimiento de dicho principio. Para ello, supongamos la siguiente interfaz para **Ave**.

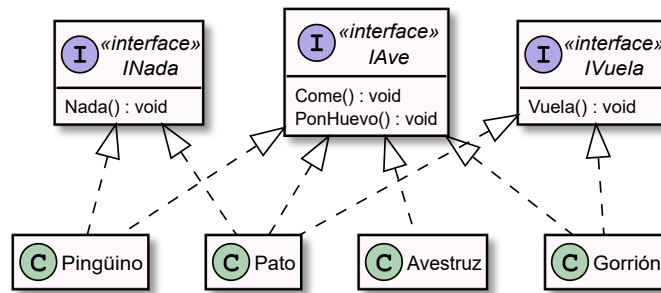
```
interface IAve
{
    void Vuela();
    void Nada();
    void Come();
    void PonHuevo();
}
```

Ahora definimos las siguientes clases que implementan la interfaz...

```
class Pato : IAve
{
    public void Come()      => Console.Write("Soy un pato comiendo");
    public void Nada()      => Console.Write("Soy un pato nadando.");
    public void PonHuevo()  => Console.Write("Soy un pato poniendo un huevo");
    public void Vuela()     => Console.Write("Soy un pato volando");
}
class Gorrión : IAve
{
    public void Come()      => Console.Write("Soy un gorrión comiendo");
    public void Nada()      => throw new NotImplementedException("Los gorrones no nadamos :'(");
    public void PonHuevo()  => Console.Write("Soy un gorrión poniendo un huevo");
    public void Vuela()     => Console.Write("Soy un gorrión volando");
}
class Avestruz : IAve
{
    public void Come()      => Console.Write("Soy un avestruz comiendo");
    public void Nada()      => throw new NotImplementedException("Los avestruces no nadamos :'(");
    public void PonHuevo()  => Console.Write("Soy un avestruz poniendo un huevo");
    public void Vuela()     => throw new NotImplementedException("Los avestruces no volamos :'(");
}
class Pingüino : IAve
{
    public void Come()      => Console.Write("Soy un pingüino comiendo");
    public void Nada()      => Console.Write("Soy un pingüino nadando.");
    public void PonHuevo()  => Console.Write("Soy un pingüino poniendo un huevo");
    public void Vuela()     => throw new NotImplementedException("Los pingüinos no volamos :'(");
}
```

Si nos fijamos hay **operaciones que no somos capaces de implementar** en ciertas concreciones. Estamos obligados a definir las por heredar del interfaz. Pero seguramente generaremos algún tipo de excepción al llamarlas y en ese caso no estaremos siguiendo el principio de **ISP**.

La mejor solución es **segregar los interfaces** y que cada **Ave** implemente aquellos que le corresponden.



## D → Principio de Inversión de Dependencias (DIP)

Es uno de los más importantes y muy a tener en cuenta en nuestros diseños. El hacerlo, nos **facilitará la labor de creación de test unitarios**.

**Definición:** Este principio establece que:

1. Las clases de alto nivel **no deberían depender** de las clases de bajo nivel. Ambas deberían depender de las abstracciones.
2. Las abstracciones **no deberían depender** de los detalles. Los detalles deberían depender de las abstracciones.

En otras palabras, podemos decir que el objetivo de este principio es el uso de interfaces para conseguir que una clase interactúe con otras clases, sin que las conozca directamente. De esta manera conseguiremos desacoplar las clases lo máximo posible.

Existen diferentes patrones muy usados en frameworks actuales tales como la **inyección de dependencias** o **service locator** que nos permitirán invertir el control.

Supongamos la siguiente relación todo parte en la que un **Vehiculo** está **compuesto por** un **Motor**.

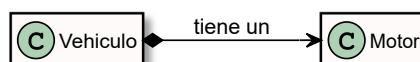
**Nota:** El siguiente ejemplo es un modelo super simplificado para que entendamos el concepto de **DIP**.

```
public class Motor
{
    public int Revoluciones { get; private set; }
    public void Acelera()
    {
        Console.WriteLine("Inyecta combustible");
        Revoluciones += RELACION_INYECCION_MARCHA_CILINDRADA_ETC;
    }
}

public class Vehiculo
{
    private Motor Motor { get; }

    public Vehiculo()
    {
        Motor = new Motor();
    }
    public void Acelera() => Motor.Acelera();
    public int Revoluciones => Motor.Revoluciones;
}
```

Tenemos claramente una clase de alto nivel **Vehiculo** que **depende** de otra de Bajo nivel **Motor**. Esto significa que **Vehiculo** tiene que **'conocer'** una clase **Motor** *'específica'* por la relación de composición ( **línea 17** ).



Pero... **¿Qué pasa si queremos concretar más el tipo de motor?** Por ejemplo queremos indicar que el vehiculo tiene un motor de gasolina (explosión).

Tendríamos que modificar la clase **Vehiculo** incumpliendo así principio **OCP** y refactorizar la clase **Vehiculo** de la siguiente forma ...

```
public class MotorGasolina
{
    public int Revoluciones { get; private set; }
    public void Acelera()
    {
        Console.WriteLine("Inyecta gasolina para explosión");
        Revoluciones += RELACION_INYECCION_MARCHA_CILINDRADA_ETC_GASOLINA;
    }
}

public class Vehiculo
{
    13 private Motor MotorGasolina { get; }

    public Vehiculo()
    {
    17 Motor = new MotorGasolina();
    }
    public void Acelera() => Motor.Acelera();
    public int Revoluciones => Motor.Revoluciones;
}
```

Pero... **¿Qué pasa si queremos añadir nuevos tipos de motor?** Por ejemplo, diesel o electrico. La respuesta es que no podremos, ya que creamos directamente el objeto de bajo nivel **MotorGasolina** dentro de la clase **Vehiculo** y eso nos genera una dependencia directa.

Para que cumpla **DIP** haremos que **Vehiculo** **dependa de una abstracción de Motor** que denominaremos **IMotor** la cual tendremos que pasar o **'inyectar'** ya sea como parámetro a través del constructor de vehiculo o a través de un setter. De esta manera conseguiremos que nuestro vehiculo tenga distintos tipos de motor sin modificar la clase **Vehiculo**.

👉 A este proceso se le denominará **'Inversión de Dependencias'**.

```
1 public interface IMotor
{
    void Acelera();
    int Revoluciones { get; }
5 }

public class Vehiculo
{
    9 private IMotor Motor { get; }
    10 public Vehiculo(IMotor m) => Motor = m;
    public void Acelera() => Motor.Acelera();
    public int Revoluciones => Motor.Revoluciones;
}
```

Ahora ya podremos implementar todas las concreciones de bajo nivel de **Motor** que se nos ocurran y dependerán de la abstracción **IMotor** tal y como postula **DIP**.

```

public class MotorGasolina : IMotor
{
    public int Revoluciones { get; private set; }
    public void Acelera()
    {
        Console.WriteLine("Inyecta gasolina para explosión");
        Revoluciones += RELACION_INYECCION_MARCHA_CILINDRADA_ETC_GASOLINA;
    }
}
public class MotorDiesel : IMotor
{
    public int Revoluciones { get; private set; }
    public void Acelera()
    {
        Console.WriteLine("Inyecta gasóleo para combustión");
        Revoluciones += RELACION_INYECCION_MARCHA_CILINDRADA_ETC_DIESEL;
    }
}
public class MotorElectrico : IMotor
{
    public int Revoluciones { get; private set; }
    public void Acelera()
    {
        Console.WriteLine("Aumenta intensidad corriente");
        Revoluciones += RELACION_CORRINTE_MARCHA_ETC_ELECTRICO;
    }
}

```

Pero... ¿Cómo realizar esta inversión de dependencias teniendo en cuenta la relación de **composición** entre **Vehiculo** y **Motor**?. Una posibilidad es usar el patrón **Simple Factory**, el cual se encargará de relacionar las dos clases.

```

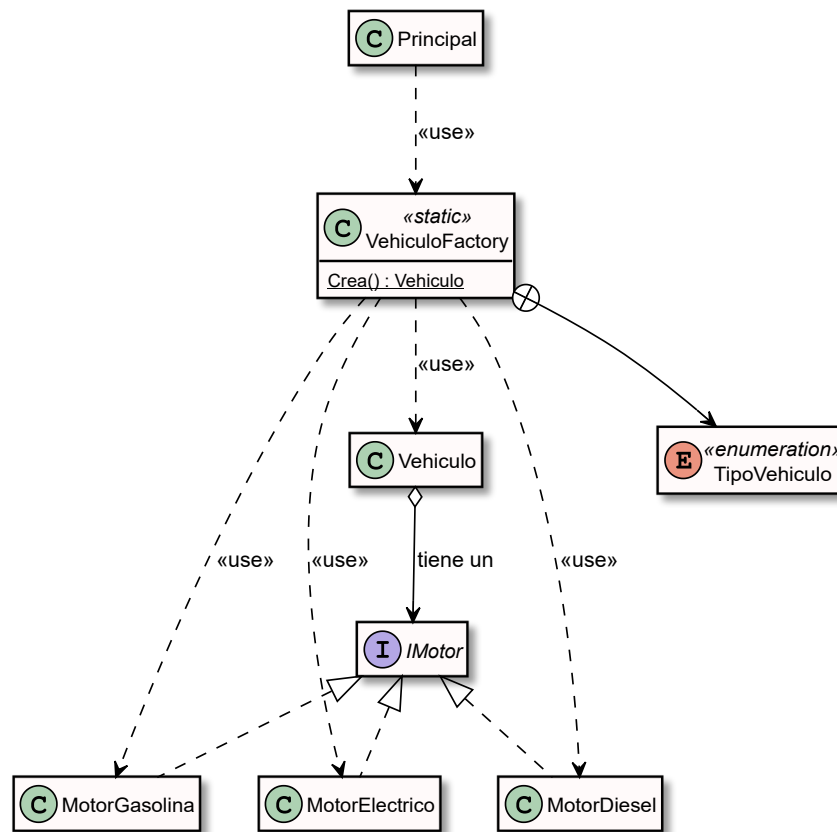
public static class VehiculoFactory
{
    public enum TipoMotor { Gasolina, Diesel, Electrico }
    public static Vehiculo Crea(TipoMotor tipo)
    {
        return tipo switch
        {
            TipoMotor.Gasolina => new Vehiculo(new MotorGasolina()),
            TipoMotor.Diesel => new Vehiculo(new MotorDiesel()),
            TipoMotor.Electrico => new Vehiculo(new MotorElectrico()),
            _ => null,
        } ?? throw new ArgumentException($"No se pueden instanciar el motor {tipo}");
    }
}

public class Principal
{
    static void Main()
    {
        Vehiculo vg = VehiculoFactory.Crea(VehiculoFactory.TipoMotor.Gasolina);
        Vehiculo vd = VehiculoFactory.Crea(VehiculoFactory.TipoMotor.Diesel);
        Vehiculo ve = VehiculoFactory.Crea(VehiculoFactory.TipoMotor.Electrico);
    }
}

```

**Nota:** Si nos fijamos a efectos prácticos tendremos la composición porque las referencias a motor desaparecerán junto con el vehículo.

Resumiendo la implementación en un diagrama de clases, podría quedar de la siguiente forma ...



Donde:

1. Cumplimos **DIP** porque la clase de alto nivel **Vehículo** depende solo de la abstracción **IMotor** y así como las especificaciones de bajo nivel de motor.
2. La '*factoría simple*' es la que tiene dependencias de uso ( <<use>> ) con las clases implicadas y se encargara de crear instancias de los diferentes tipos de vehículos asegurándonos que al desaparecer un vehículo desaparezca su motor.
3. la clase **Principal** usa la factoría para instanciar objetos vehículo de forma simple y además podríamos usar esta misma de forma simple en nuestros test para crear **mocks** de vehículo para hacer pruebas unitarias.