Ingeniería del Software II

Tema 3: Diseño Software

3.1. Principios SOLID

A. Goñi, J. Iturrioz

Introducción

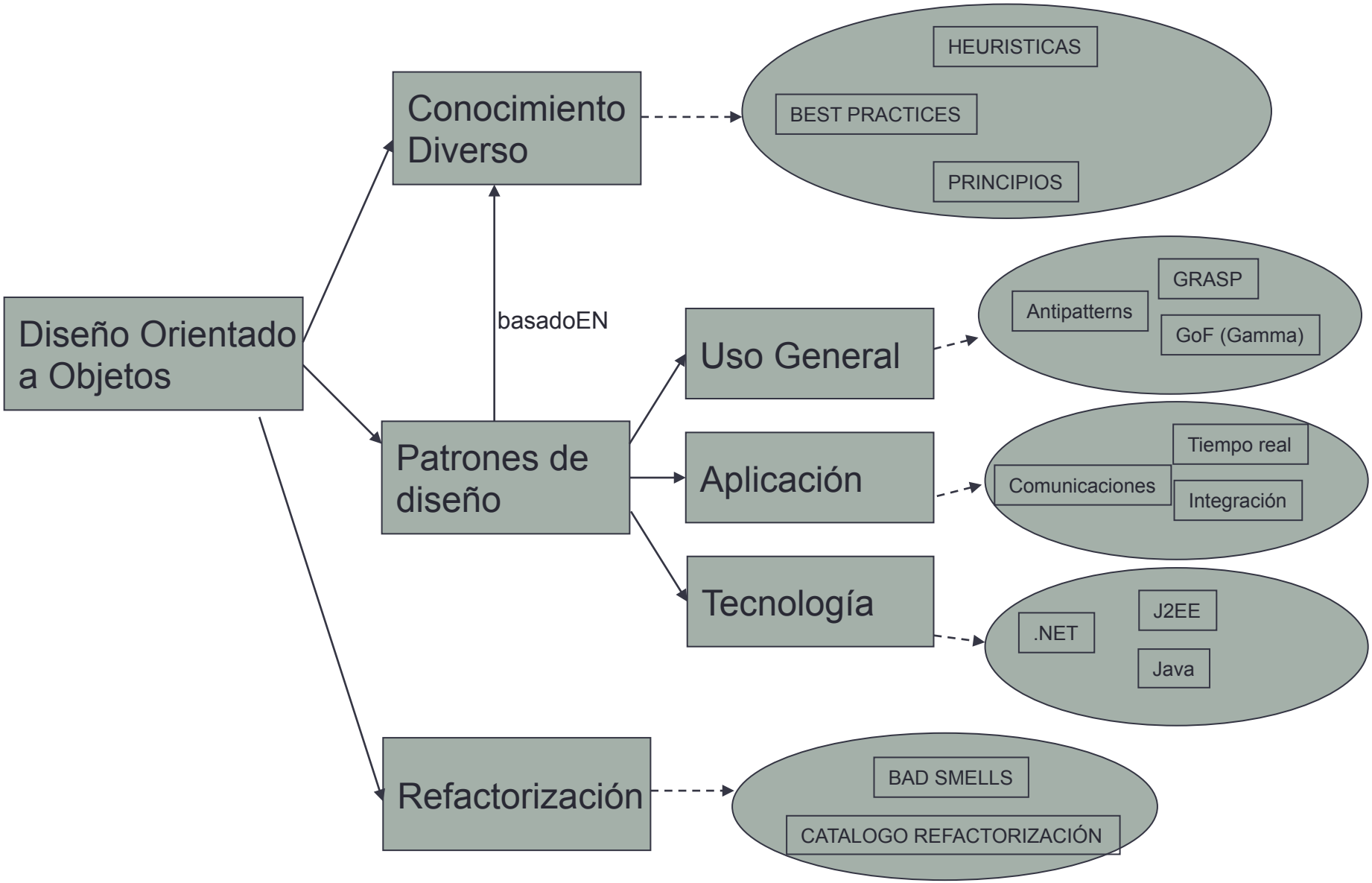
"**A branch of engineering must take several basic steps in order to become an established profession, highlighting understanding the nature of its knowledge**" [1]

Una rama de la ingeniería debe seguir varios pasos básicos para convertirse en una profesión consolidada, destacando la comprensión de la naturaleza de su conocimiento.

¿Cuál es y dónde está el enorme conocimiento práctico en el Diseño Orientado a Objetos (DOO), basado en la experiencia acumulada en el desarrollo de sistemas software durante todos estos años y aplicable en la mayor parte de proyectos?

[1] M.Shaw. Prospects for an engineering discipline of software. IEEE Software 7(6),15-24. 1990

¿Dónde está el conocimiento del DOO?



Principios SOLID

- **S**ingle-Responsability Principle (SRP)
- **O**pen-Close Principle (OCP)
- **L**iskov Substitution Principle (LSP)
- **I**nterface Segregation Principle (ISP)
- **D**ependency Inversion Principle (DIP)

EL cambio

”Los sistemas software cambian durante su ciclo de vida”

- Tanto los buenos como los malos diseños se ven afectados por este requisito.
- Los buenos diseños son estables.

No importa dónde estés trabajando, qué estés construyendo o qué lenguaje de programación estés usando, siempre habrá una constante que va a estar con nosotros: ***el cambio.***

No importa lo bien diseñes tu aplicación, a medida que pase el tiempo una aplicación deberá crecer y **cambiar** o inevitablemente irá quedando obsoleta.

Lo único que es constante es **el cambio**.

Open-Closed Principle (OCP)

"Los sistemas software cambian durante su ciclo de vida"

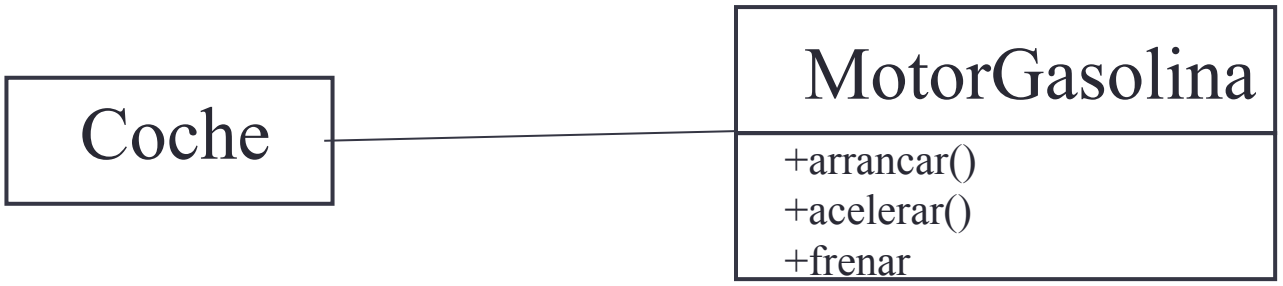
- Tanto los buenos como los malos diseños se ven afectados por este requisito.
- Los buenos diseños son estables.

Las entidades Software deben ser abiertas para extensiones, pero cerradas para modificaciones. [2]

- Abierto para extensiones
  - El comportamiento del módulo puede ser extendido
- Cerrado para modificaciones
  - El código fuente del módulo no debe ser modificado
- *Los módulos deben diseñarse para que puedan ser extendidos sin tener que ser modificados*

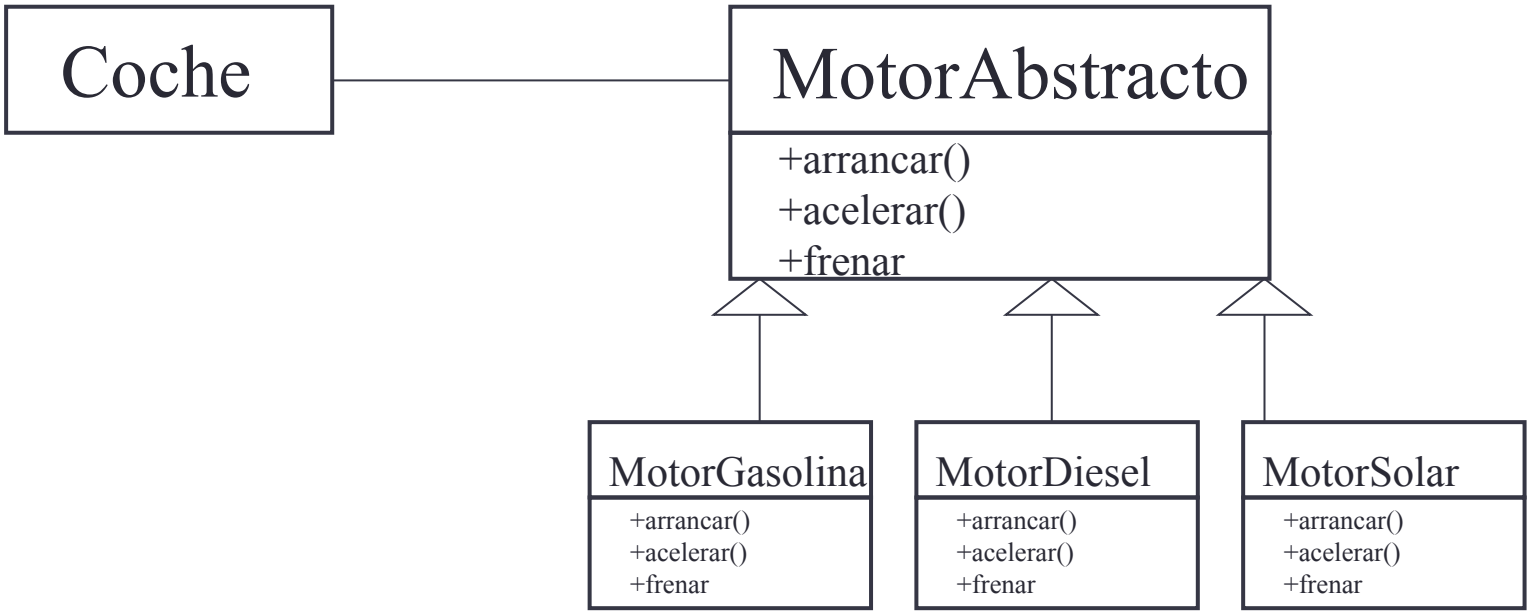
[2] Meyer, Bertrand. *Object-Oriented Software Construction*. Prentice Hall. 1988

Abrir la puerta ...



- ¿Cómo hacer que un Coche utilice un MotorGasoil o MotorSolar?
- Únicamente cambiando la clase Coche!
  - ...en este diseño

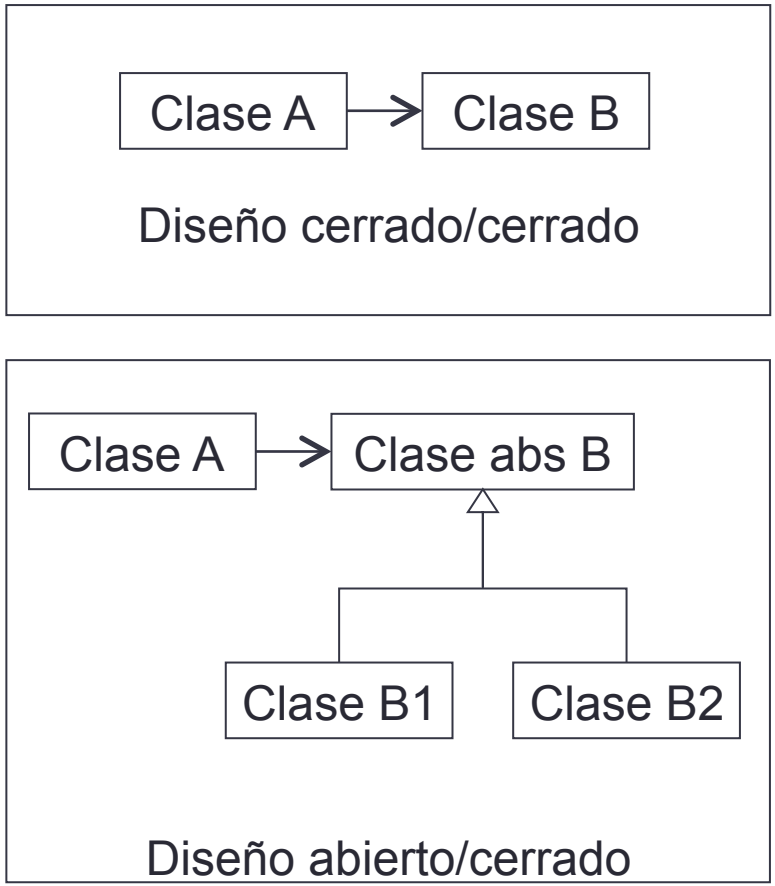
... ¡Pero mantenerla cerrada!



- Una clase no debe depender de una clase concreta
- Debe depender de una clase **abstracta**... o una **interfaz**
- ...utililizando **dependencias** polimórficas (llamadas)

Open-Closed Principle (OCP)

- La dependencia “uno a uno” se transforma en una dependencia de “uno a muchos”.
- Programa para la interfaz, no para la implementación.
- Establece una relación a una clase abstracta (o interfaz) sólo en los puntos de variabilidad del programa.

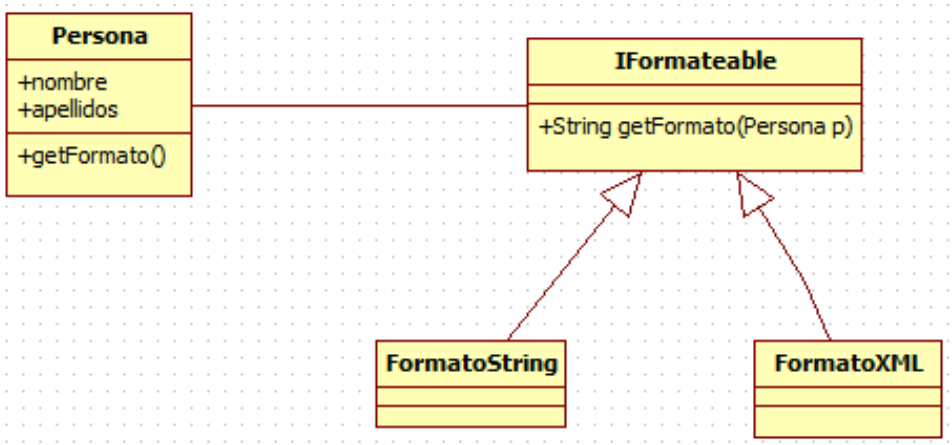


Ejemplo

```
public class Persona {
 String nombre;
 String apellidos;

 public String getPersona(){
  String s;
  s=nombre+" "+apellidos;
  return s;
 }
}
```

¿Qué sucede si la representación de la Persona pudiese cambiar a HTML, XML u otro formato?

Solución OCP Composición




```
public interface IFormateable {
 public String getFormato(Persona p);
}
```

```
public class Persona {
 String nombre;
 String apellidos;

 public String getFormato(IFormateable iformat){
   String s=iformat.getFormato(this);
   return s;
 }
}
```

```
public class FormatoString implements IFormateable{
    public String getFormato(Persona p){
        return p.nombre+" "+p.apellidos;
    }
}
```

```
public class FormatoXML implements IFormateable{
    public String getFormato(Persona p){
        String xml="<xml> <nombre> " + p.nombre+"</nombre>";
        xml=xml+"<apellido>"+p.apellidos+"</apellido></xml>";
        return xml;
    }
}
```

El patrón OCP Composición

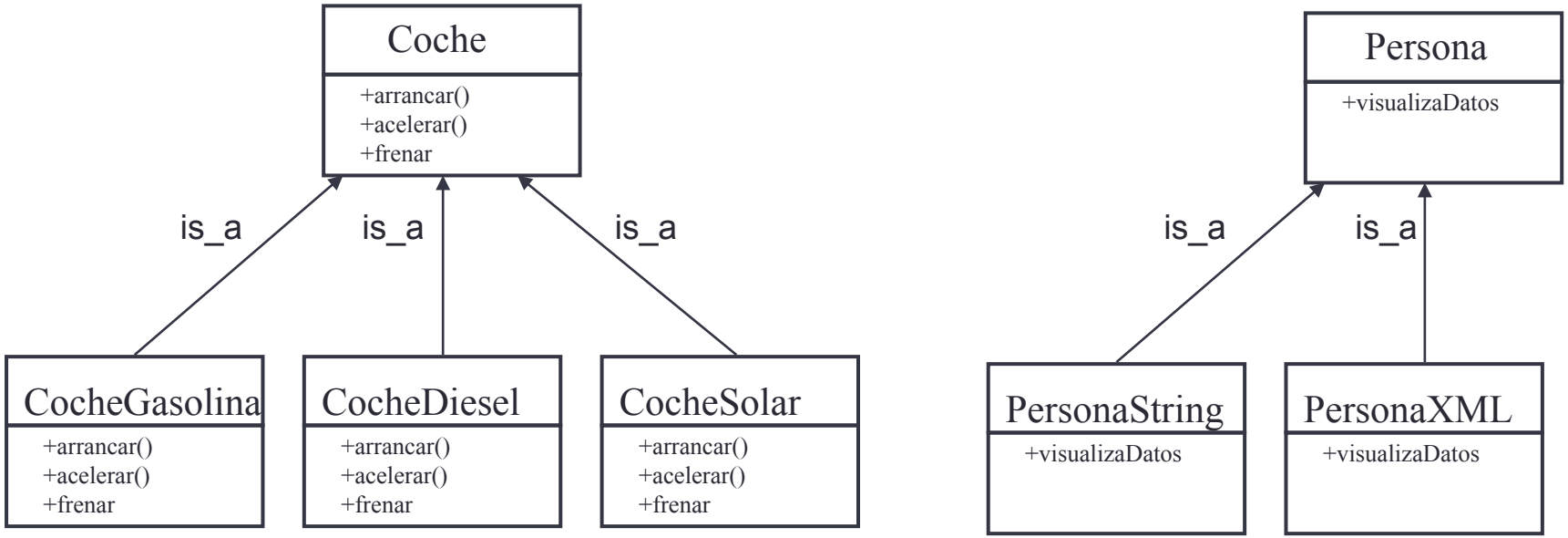
```
public final class ClosedClass {
   private IMyExtension myExtension;
   public ClosedClass(IMyExtension myExtension)  {
         this.myExtension = myExtension;
    }
    // métodos que usan el objeto de tipo IMyExtension
    public void doMethod() {
       myExtension.doStuff();
    }
}
```

```
public interface IMyExtension {
  public void doStuff();
}
```

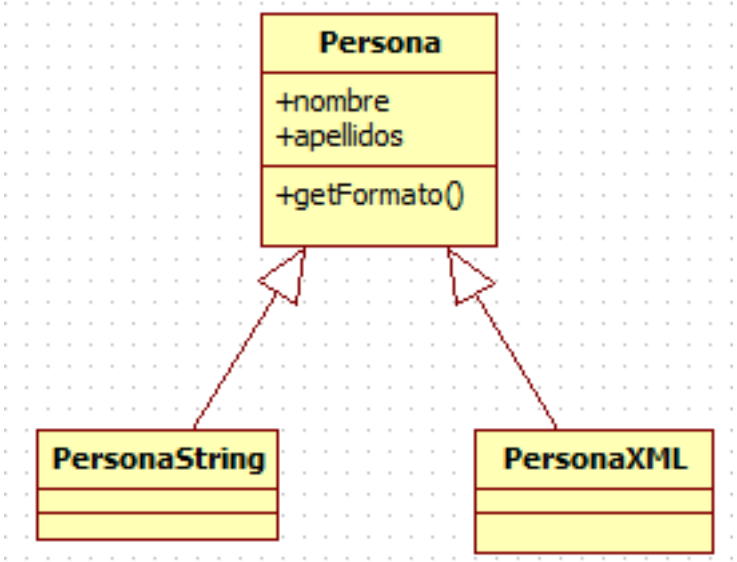
Ejemplo Coche OCP Composición

```
public final class Coche{
   private IMotor miMotor;
   public Coche (IMotor myExtension)  {
    this.miMotor= myExtension;
    }
    // métodos que usan el objeto de tipo IMotor
    public void arrancar() {
       miMotor.arrancar();
    }
}
```

Otra alternativa….. herencia



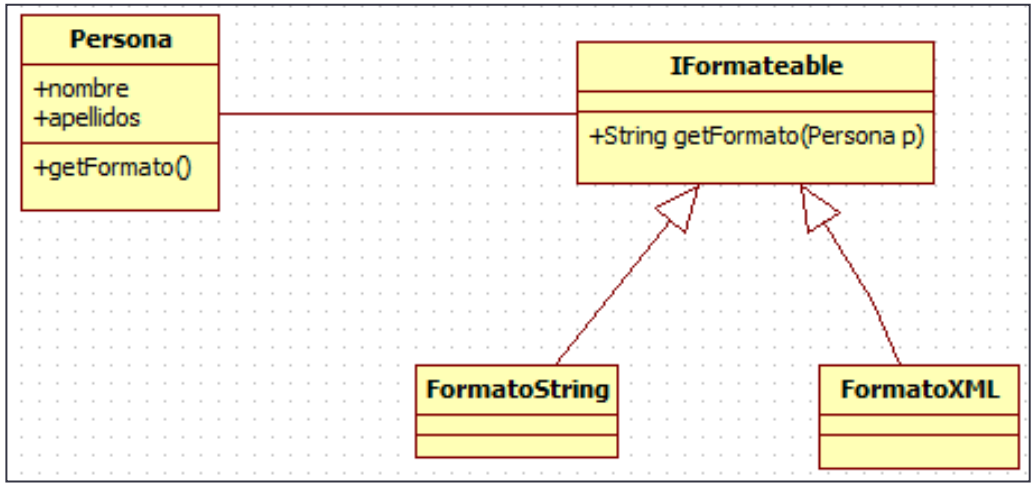
Solución OCP Herencia

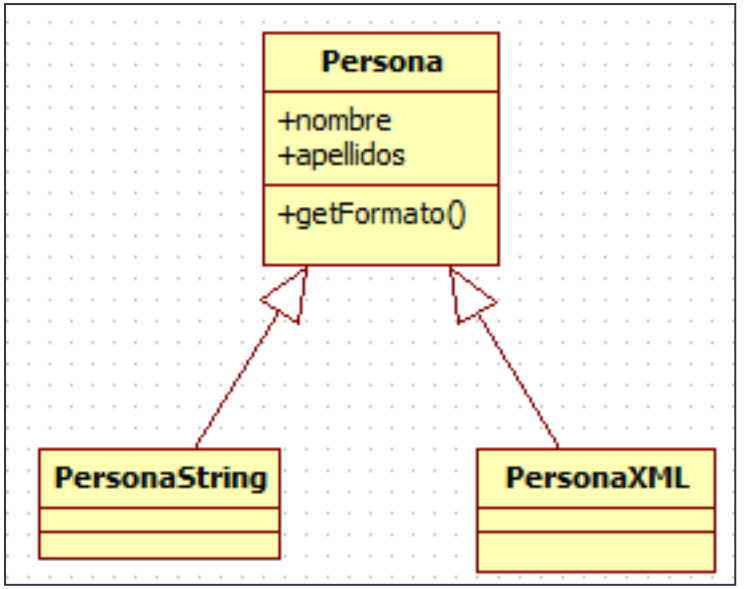



```
public abstract class Persona {
 String nombre;
 String apellidos;

 public  abstract String getFormato();
}
```

```
public class PersonaString extends Persona{
 public  String getFormato(){
  String s;
  s=nombre+" "+apellidos;
  return s;
 }
}
```

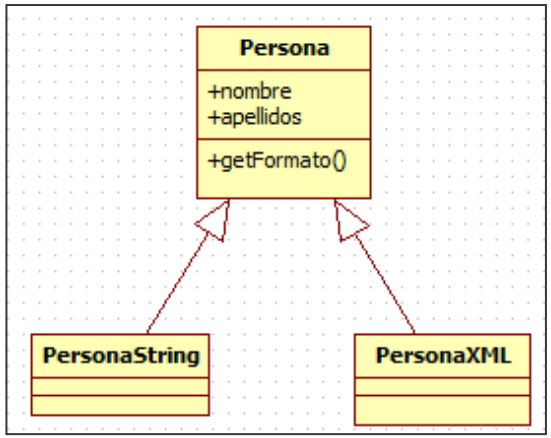
Herencia vs. composición





Herencia vs. composición

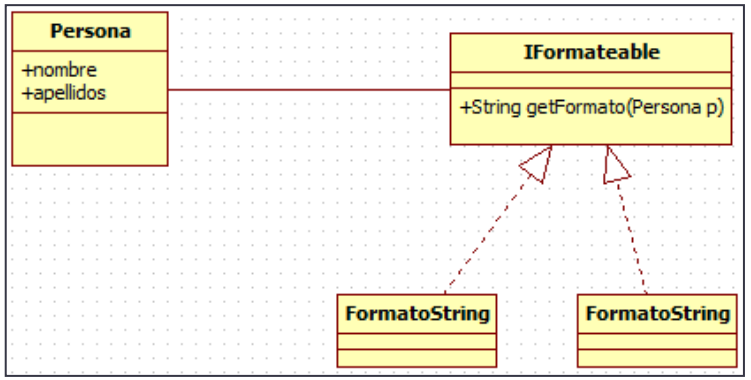
Herencia



- Extensión de **Caja-blanca (herencia)**:
  - No se puede cambiar el comportamiento heredado en run-time (enlace estático)
  - La clase padre define en parte la representación física de las subclases (La herencia rompe la encapsulación)
  - No se puede reutilizar únicamente la subclase.

Herencia vs. composición

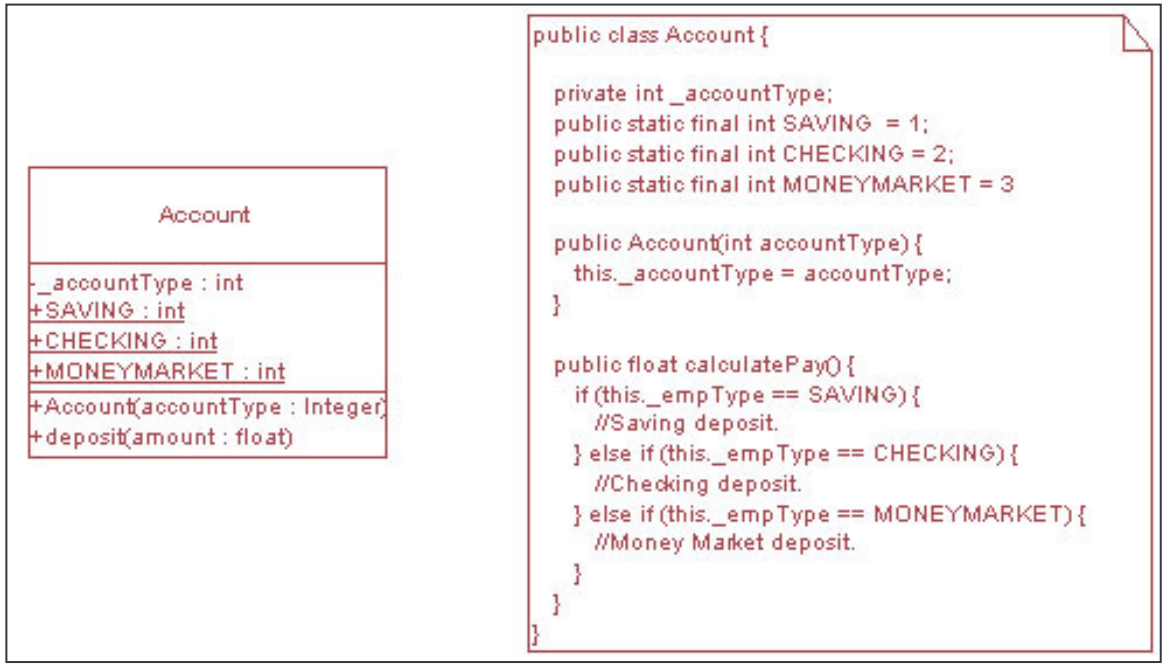
Composición



- **Extensión de Caja-negra (composición)** :
  - La composición se define dinámicamente en *run-time* a través de la adquisión de referencias.
  - Requiere que los objetos tengan interfaces bien definidas.
  - No son visibles los detalles de los objetos.
  - La composición ayuda a mantener cada clase centrada en una tarea.
  - Más objetos, menos complejos.

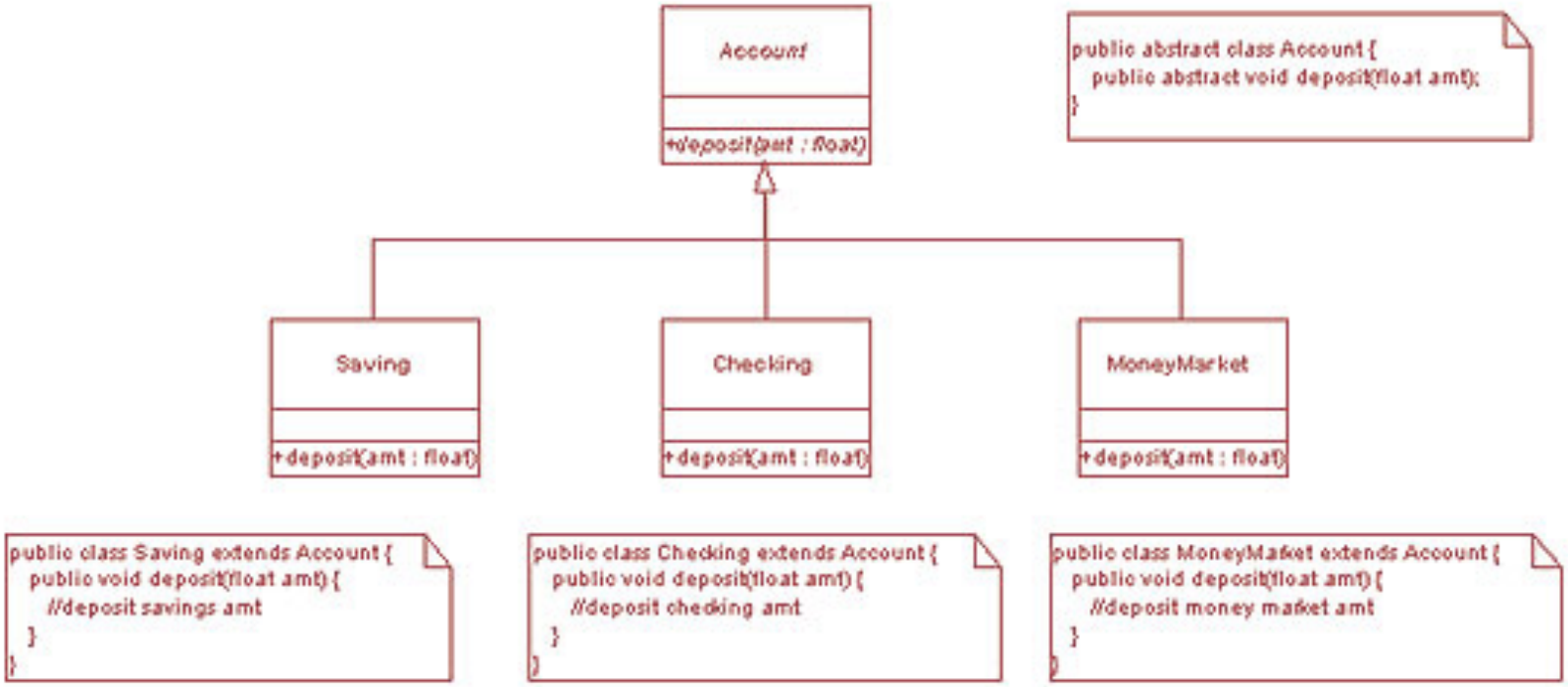
Ejemplo Composición-Herencia

- Un banco gestiona cuentasCorrientes (Account) (operaciones ingresar, retirar).
- Tenemos 3 tipos de cuentas (credito, debito, monedero).
- Tenemos 3 tipos de clientes (joven, adulto, dorada)



Para más detalles ver: http://www.comscigate.com/JDJ/archives/0702/knoernschild

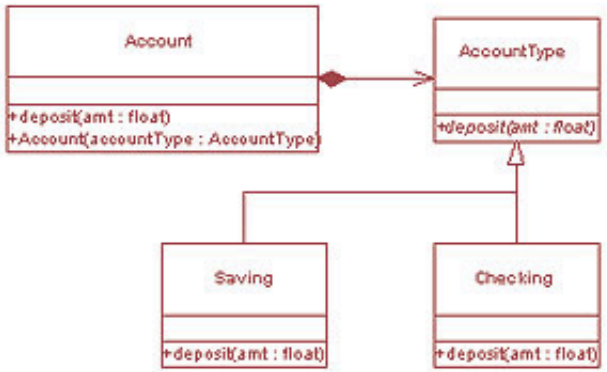
Solución herencia



- ¿Cumple el principio de OCP?
- ¿Puedo reutilizar el comportamiento de Saving en otra clase?
- ¿Qué sucede si añadimos otro comportamiento (int discount()) que no depende del criterio con el que se ha creado la jerarquía (p.ej tipo=joven,normal,mas65)?

Solución composición

```
public class Account {
  private AccountType _accountType;

  pubic Account(AccountType accountType) {
    this._accountType = accountType;
  }

  public void deposit(float amt) {
    this._accountType.deposit(amt);
  }
}
```




```
public abstract class AccountType {
  public abstract void deposit(float amt);
}
```

```
public class Saving extends AccountType {
  public void deposit(float amt) {
    //deposit saving amt.
  }
}
```

```
public class Checking extends AccountType {
  public void deposit(float amt) {
    //deposit checking amt.
  }
}
```

- ¿Cumple el principio de OCP?
- ¿Puedo reutilizar el comportamiento de Saving en otra clase?
- ¿Qué sucede si añadimos otro comportamiento (int discount()) que no depende del criterio con el que se ha creado la jerarquía (p.ej tipo=joven,normal,mas65)?

Cambios en las cuentas existentes

- ¿Qué sucede si…
  - ¿tenemos cuentas diferentes para miembros de la CEE y para los demás?
  - ¿la cuenta pasa de débito a crédito?
  - ¿la cuenta pasa de joven a adulto?

Herencia vs. composición

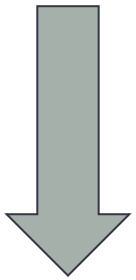
"Una entidad debe ser abierta para su extensión y parametrización, pero cerrada para su modificación" [3]

- Los patrones de diseño se han definido para soportar la variabilidad de manera flexible.
- Los **patrones de diseño** hacen uso extensivo de la **composición.**
- Usar la **composición** para aquellos puntos de **variabilidad del sistema**.

[3] B.Appleton. Introducing Demeter and its Laws, http://www.bradapp.com/docs/demeter-intro.html

Del OCP al Siguiente principio

Ningún programa significativo puede ser 100% cerrado. [4]



PRINCIPIO DE RESPONSABILIDAD UNICA (SRP, Single Responsibility Principle)

[4] R. Martin. The Open-Closed Principle. https://www2.cs.duke.edu/courses/fall07/cps108/papers/ocp.pdf

Principio: Single Responsability Principle

"Una clase debe tener una unica razón para cambiar" [5]

También conocido como High Cohesion (GRASP)

Cohesión es la medida en la que los comportamientos del objeto están relacionados. Un elemento con baja cohesión realiza muchas tareas de diversa índole. La alta cohesión es una característica deseable de los diseños OO.

Imagen bajo licencia CC-BY-2.0.
https://www.flickr.com/photos/pennuja/5364128968/

[5] R. Martin. The Single Responsability Principle.
https://drive.google.com/file/d/0ByOwmqah_nuGNHEtcU5OekdDMkk/view

Hombre orquesta vs. trompetista

- El trompetista es un especialista. (Cohesión)
- El trompetista puede trabajar fácilmente en varias orquestas, el hombre orquesta es la orquesta. (Reusabilidad)
- Siempre esperamos lo mismo de él, que toque la trompeta. (Reducción de Side effects)
- Si en las interpretaciones de la orquesta algo está mal con la trompeta le pedimos que mejore o lo cambiamos, ¿al hombre orquesta cómo lo cambiamos? Si se acaba la orquesta se acaba el negocio. (Mantenibilidad)

La gran orquesta

“Una orquesta sinfónica, igual que un sistema, se compone de un grupo cohesionado de músicos especializados en un sólo instrumento y mas aún, responsables de tocar una sola partitura de cada pieza musical. Un solo trompetista no puede ejecutar una sinfonía, el hombre orquesta tampoco o con mucha dificultad lo lograría, entonces lo que debemos procurar es tener clases con las funciones necesarias, y que estas a su vez sean "pequeñas", con una única razón para cambiar en la medida de lo posible (no siempre es posible tener clases con una sola razón para cambiar) y orquestadas (es decir, diseñadas) para componer un gran sistema, para interpretar una gran sinfonía.”

Principio: Single Responsability Principle

- Cada responsabilidad debe residir en una clase separada, ya que cada responsabilidad es una “fuente” de cambio.
- Una clase debe tener un solo motivo de cambio.
- Las clases y métodos que siguen el principio de SRP son más pequeñas y fáciles de entender y mantener. Otra ventaja es que los métodos son más fáciles de testear.

Ejemplo

Necesitamos una clase que descargue un fichero (puede estar en formato csv/json/xml), **parsee** el **fichero** y finalmente **actualice** el contenido en una base de datos o un fichero. Una implementación podría ser:

```
public class Tarea {
        public void descargarFichero(String ubicacion) {
                // descarga un fichero
        }
        public void parsearFichero(String fichero) {
                // parsear el contenido del fichero  fichero a XML
        }
        public void guardarFichero(String fichero) {
                // almacenar el fichero en la BD
        }
}
```

Cuestiones

```
public class Tarea {
        public void descargarFichero(String ubicacion) {
                // descarga un fichero
        }
        public void parsearFichero(String fichero) {
                // parsear el contenido del fichero  fichero a XML
        }
        public void guardarFichero(String fichero) {
                // almacenar el fichero en la BD
        }
}
```

Cuestiones:

- ¿Qué sucede con la reusabilidad de “descargar”, “parsear” o “guardar”?
- ¿Cómo modificarías las clases, de forma que sigas manteniendo en la clase Tarea todas las funcionalidades?

¿Qué sucede con la reusabilidad?

Solución: Crear una clase por reponsabilidad

```
public class Downloader {
        public void descargarFichero(String ubicacion) {
                // descarga un fichero
        }
}
```

```
public class Parser {
        public void parsearFichero(String fichero) {
                // parsea el contenido del fichero a XML
        }
}
```

```
public class Storer {
        public void guardarFichero(String fichero) {
                // almacena el fichero en la BD
        }
}
```

¿Cómo mantener todas las resp. en Tarea?

Solución: Manteniendo un objeto para cada responsabilidad.

```
public class Tarea {
        Downloader downloader = new Downloader();
        Parser parser = new Parser();
        Storer storer = new Storer();
        public void descargarFichero(String ubicacion) {
                // descarga un fichero
                downloader.descargarFichero(ubicación);
        }
        public void parsearFichero(String fichero) {
                // parsea el contenido del fichero a XML
                parser.parsearFichero(fichero);
        }
        public void guardarFichero(String fichero) {
                // almacena el fichero en la BD
                storer.guardarFichero(fichero);
        }
}
```

Liskov Substitution Principle (LSP)

- Las claves del OCP: Abstracción y Polimorfismo
  - Implementado por herencia
  - ¿Cómo podemos medir la calidad de la herencia?

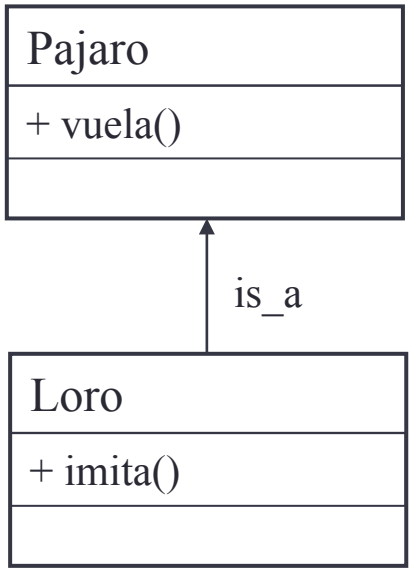
"La herencia debe garantizar que, cualquier propiedad probada para cualquier objeto de la superclase, debe ser válida para cualquier objeto de las subclases" [6]

Los métodos que usan punteros (o referencias) a otras clases, deben ser capaces de utilizar objetos de clases derivadas (de la clase) sin saberlo.

[6] B. Liskov. The Liskov Substitution. https://en.wikipedia.org/wiki/Liskov_substitution_principle

La herencia *Parece* simple

```
class Pajaro {              // tiene plumas, alas,.
  public void vuela();      // Los pajaros pueden volar
};

class Loro  extends Pajaro { // Un loro es un pajaro
  public void imita();       // Puede repetir palabras..
};
// ...
Loro miMascota=new Loro();
miMascota.imita();    // Mi mascota siendo loro puede imitar()
miMascota.vuela();    // mi mascota "es un" pajaro, puede volar
```



Los pingüinos no vuelan

```
class Pinguino  extends Pajaro {
   public void vuela() {
     new Exception("no puedo volar!"); }
};
```

```
void vueloComoPajaro (Pajaro pajaro) {
   pajaro.vuela();    // OK si loro.
   // Que pasa si pájaro es pingüino...OOOPS!!
}
```

- No modela: "*Los pingüinos no pueden volar*"
- Modela "*Los pingüinos pueden volar, pero si lo intenta es un error*"
- Run-time error si intentan volar → no deseable
- *Piensa acerca de la sustituibilidad – Falla el principio de Liskov*

Diseño por contrato

- Comportamiento esperado de un método:
  - **Requisitos esperados** (Precondiciones)
  - **Promesas ofrecidas** (Postcondiciones)

"Cuando redefines un método en una subclase, sólo puedes reemplazar su precondición por una más débil, y la postcondición por una más estricta" [7]

⇒ Los métodos de las subclases no deben exigir más y no prometer menos

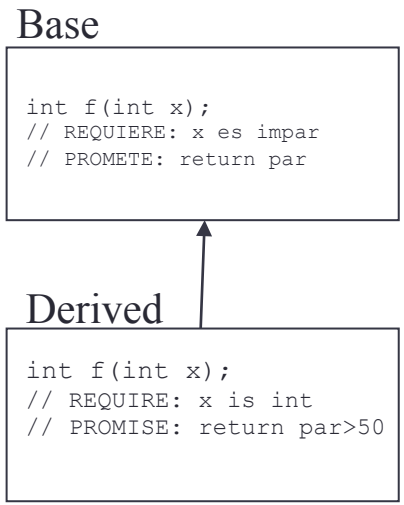
```
int Base::f(int x);
// REQUIERE: x es impar
// PROMETE: return par int
```

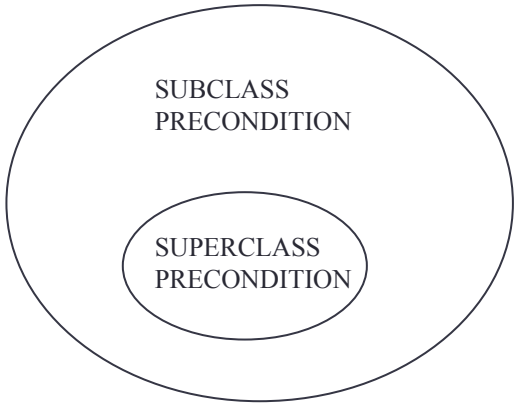
```
int Derived::f(int x);
// REQUIERE: x es entero
// PROMETE: par int >50
```

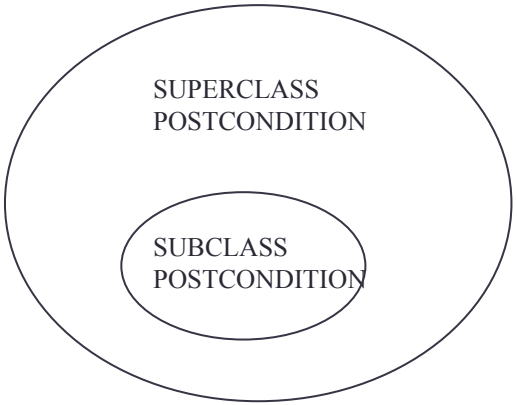
[7] Meyer, Bertrand. *Object-Oriented Software Construction*. Prentice Hall. 1988

Diseño por contrato

- La subclase conoce mejor la solución que la superclase (más específica). Por tanto al usuario:
  - Le pedirá igual o menos (específico)
  - Le dará igual o más (específico)







Diseño por contrato

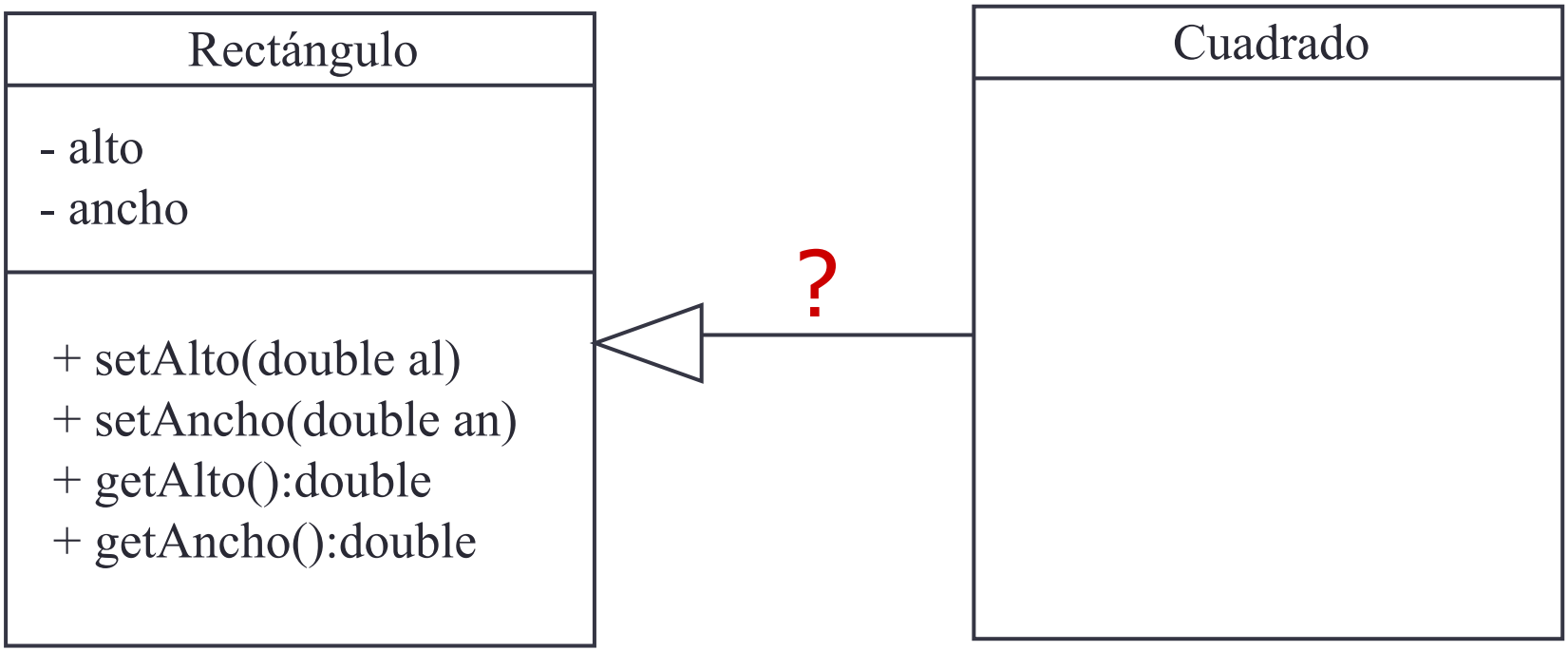
- Dada la clase Base

```
class Base {
        // REQUIERE: x es impar
        // PROMETE: return par
        public void f (int x) ;
}
```

- Cualquier subclase que especialice Base tiene que tener una precondición menos estricta y una postcondición más acotada.

```
class ClaseInvocadora{
    public int metodo(Base b){
        int r=b.f(8); // el valor enviado puede que no sea impar
            // r tiene que ser par sino la subclase está mal diseñada
    }
}
```

¿Cuadrado IS-A Rectángulo?



¿Debería heredar Cuadrado de Rectángulo?

La respuesta es ...

- Sobrescribir **`setAlto`** y **`setAncho`**

```
class Cuadrado extends Rectángulo {
   public void setAlto (double al){
         ancho=al;
         alto=al;
   }
}
```

El problema

```
void calcArea(Rectángulo r) {
  r.setAncho(5); r.setAlto(4);
   // ¿Cuánto es el área?
}
```

- 20!

... ¿Estás seguro? ;-)

Las subclases pueden extender a las superclases sin modificar el **comportamiento**

LSP tiene que ver con la semántica y el reemplazo

- Debe quedar **claramente documentado** el siginificado y propósito de cada clase y método.
  - La falta de comprensión induce “de facto” a la violación del LSP
- El reemplazo es crucial
  - Siempre que cualquier clase sea referenciada en cualquier código del sistema, cualquier subclase existente o futura debe ser 100% reemplazable.
  - Porque, más pronto que tarde, alguien **sustituirá** la subclase.
    - Es casi inevitable.

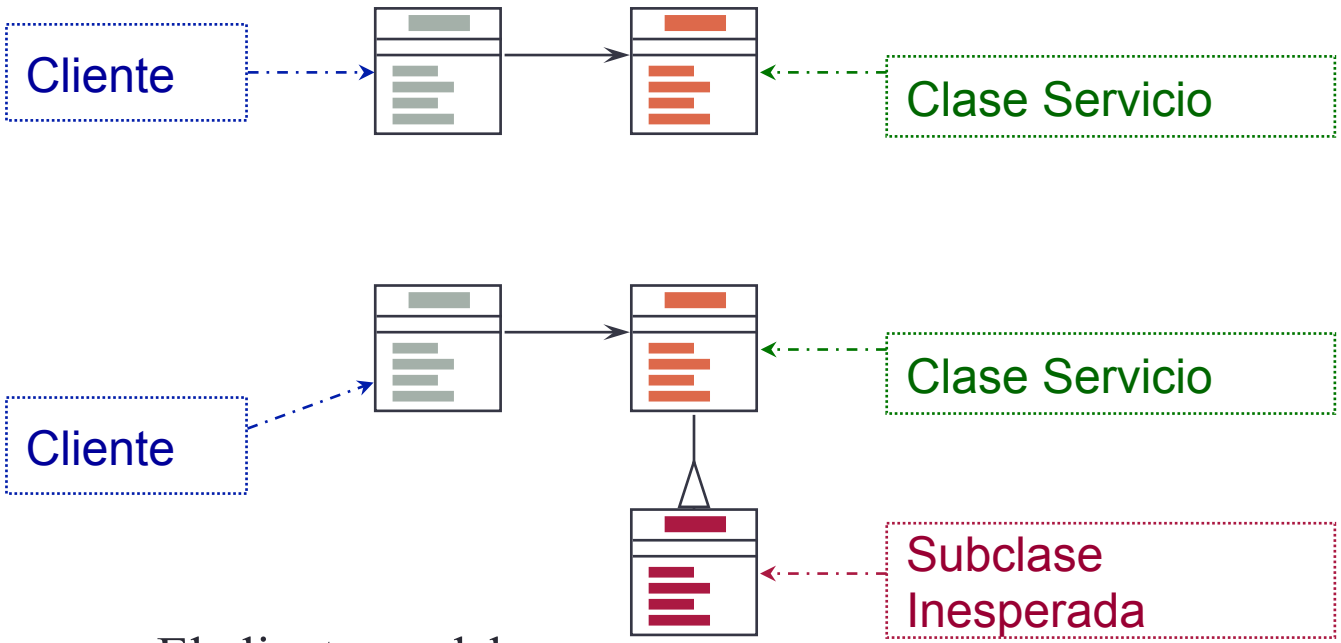
¿Es un Rectángulo un Cuadrado?

Un Cuadrado podría ser un Rectángulo, pero un objeto Cuadrado no es un objeto Rectángulo. ¿Por qué?

El comportamiento de un objeto Cuadrado no es consistente con el comportamiento de un objeto Rectángulo. Y en el software, el comportamiento es una parte esencial.

Liskov y el reemplazamiento

- Los métodos de una clase (Clase Servicio) invocados por un cliente.
  - Pueden ser substituidos por una subclase **sin afectar** al cliente que le invoca.

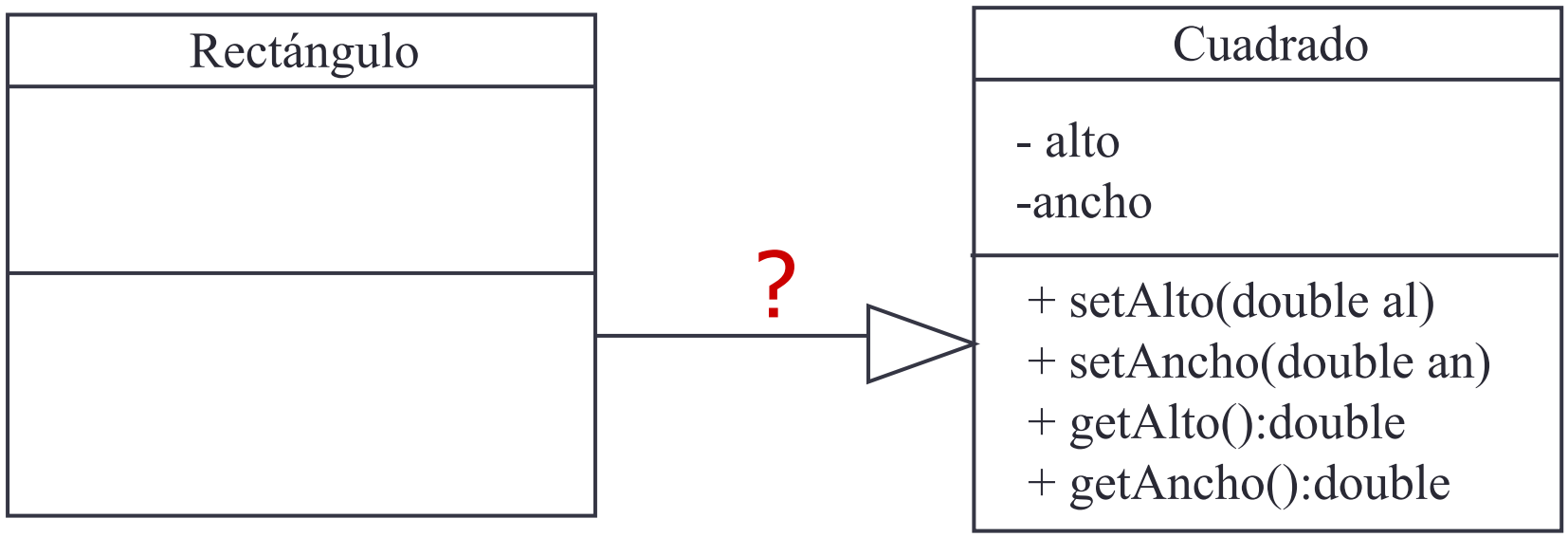


El cliente no debe conocer las subclases

Heurístico obtenido del LSP

Es incorrecto que una subclase, sobrescriba un método con un método NOP(Nothing Operation)

- Solución 1: Relación de herencia inversa
  - ¿Es un Rectángulo un Cuadrado?



Posibles soluciones I

“Extraer a otra clase padre las características comunes y hacer que la antigua clase padre y su hija hereden de ella” (*)

```
1  public interface IRectangle {
2      int getWidth();
3      int getHeight();
4      int calculateArea();
5  }
6
7  public class Rectangle extends IRectangle {
8      ...
9  }
10
11 public class Square extends IRectangle {
12     ...
13 }
```

(*) Para más información consultar https://devexperto.com/principio-de-sustitucion-de-liskov/

Posibles soluciones II

Podemos solventar esta situación simplemente usando **inmutabilidad**. Consiste en que **una vez que se ha creado un objeto, el estado del mismo no puede volver a modificarse**.

```
1  public class Rectangle {
2
3      public final int width;
4      public final int height;
5
6      public Rectangle(int width, int height) {
7          this.width = width;
8          this.height = height;
9      }
10 }
11
12 public class Square extends Rectangle {
13
14     public Square(int side) {
15         super(side, side);
16     }
17 }
```

Interface Segregation Principle (ISP)

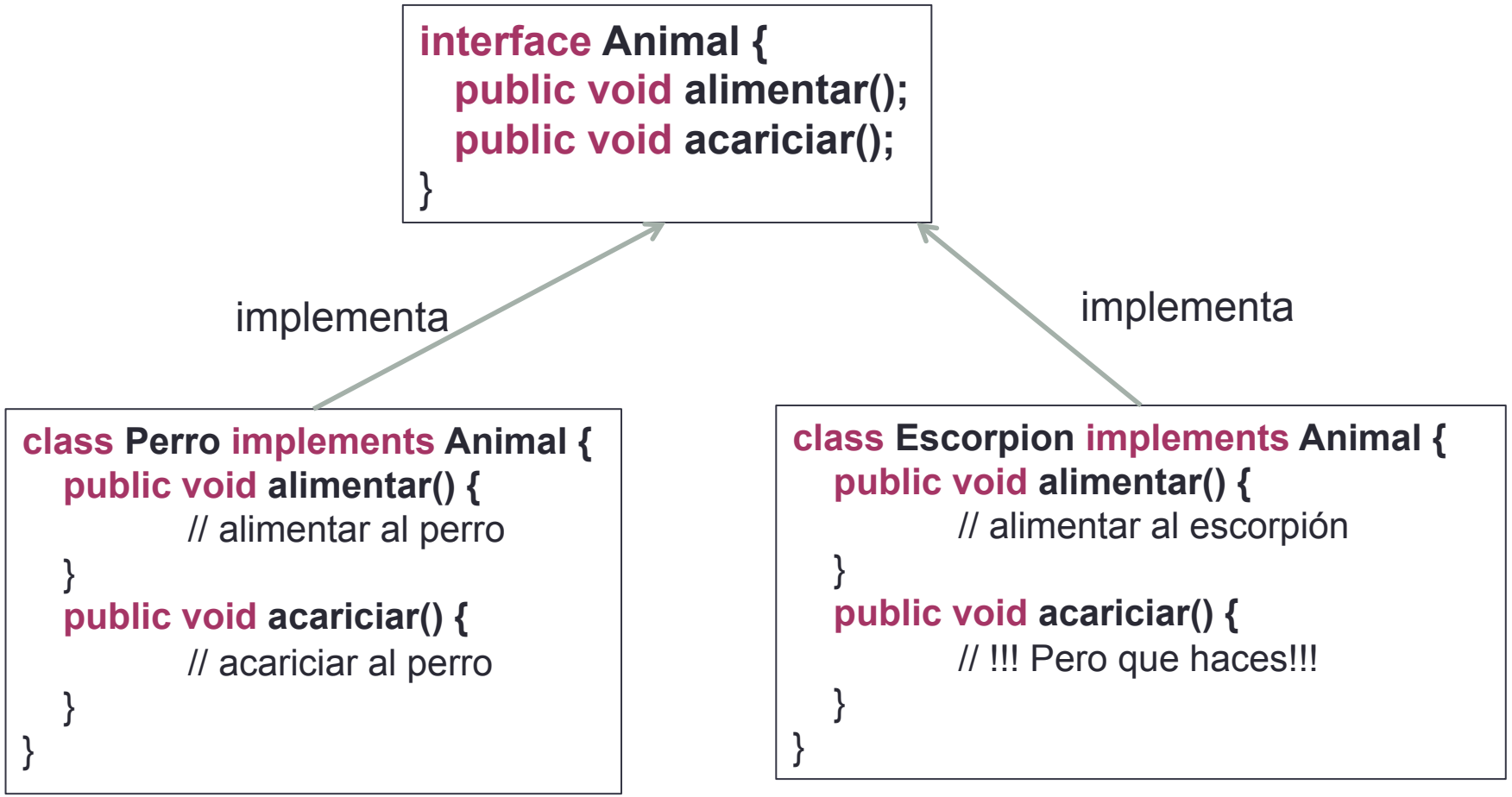
"Los clientes no deben ser forzados a depender de interfaces que no usan" [9]

- *Varias interfaces específicas son mejores que una interfaz de propósito general.*

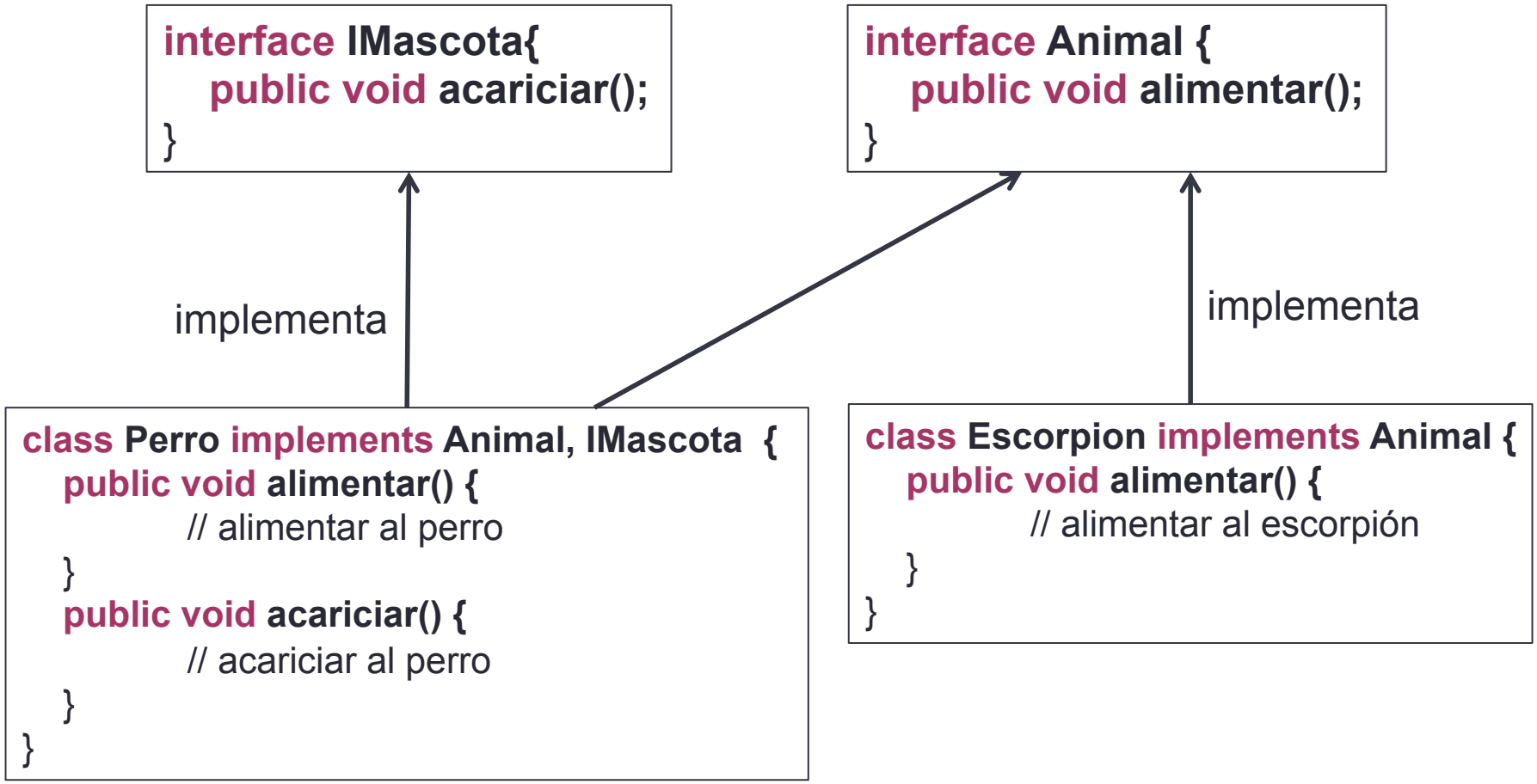
- Consecuencia:
  - La posibilidad de que cambie una interfaz es proporcional al número de métodos. Cuanto menor sea, mejor.
  - Interface pollution (*Bad Smell*, Fowler)

[9] R. Martin. Interface Segregation Principle. https://en.wikipedia.org/wiki/Interface_segregation_principle

Ejemplo


interface Animal {
public void alimentar();
public void acariciar();
}
implementa
implementa
class Perro implements Animal {
public void alimentar() {
// alimentar al perro
}
public void acariciar() {
// acariciar al perro
}
}
class Escorpion implements Animal {
public void alimentar() {
// alimentar al escorpión
}
public void acariciar() {
// !!! Pero que haces!!!
}
}

Ejemplo


interface IMascota{
public void acariciar();
}
interface Animal {
public void alimentar();
}
implementa
implementa
class Perro implements Animal, IMascota {
public void alimentar() {
// alimentar al perro
}
public void acariciar() {
// acariciar al perro
}
}
class Escorpion implements Animal {
public void alimentar() {
// alimentar al escorpión
}
}

Dependency Inversion Principle (DIP)

I. Los módulos de alto nivel no deben depender de los módulos de bajo nivel.

La dependencia debe basarse en abstracciones.

II. Las abstracciones no deben depender de los detalles.

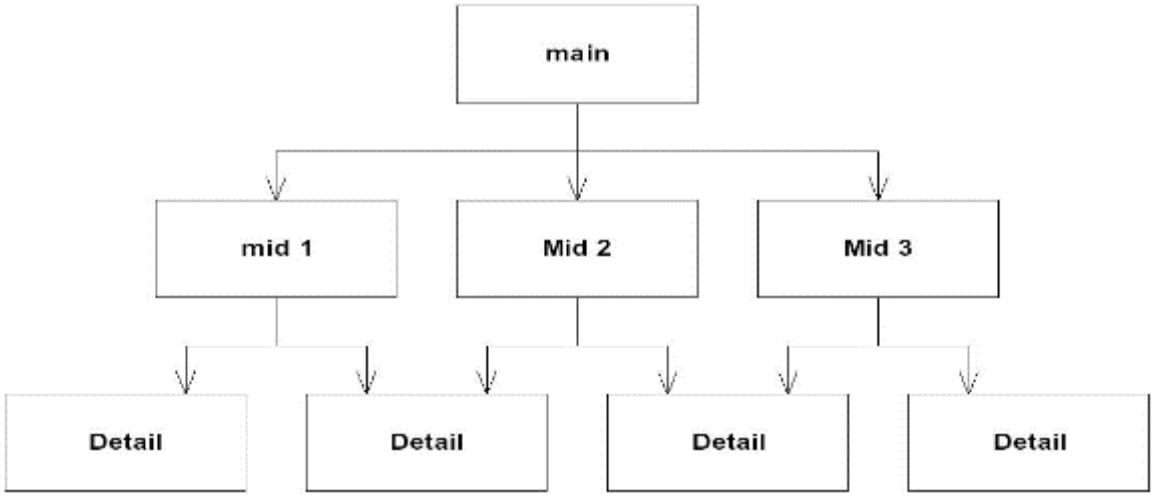
Los detalles deben depender de las abstracciones

- OCP indica el objetivo; DIP indica el mecanismo.
- Una superclase no debe conocer ninguna de sus subclases.
- Los módulos con detalles de implementación no son interdependientes, sino que su dependencia se define en base a abstracciones.

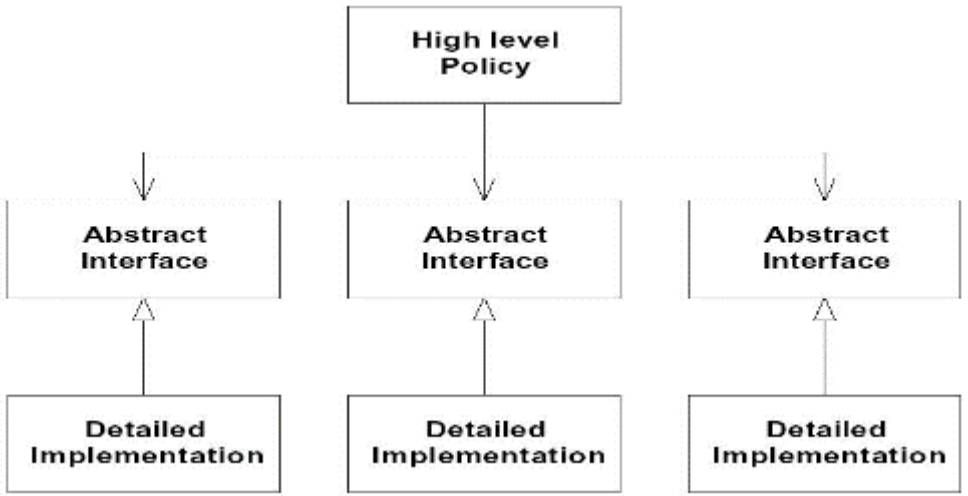
[8] R. Martin. Dependency Inversion Principle. https://en.wikipedia.org/wiki/Dependency_inversion_principle

Arquitectura Procedural vs. OO

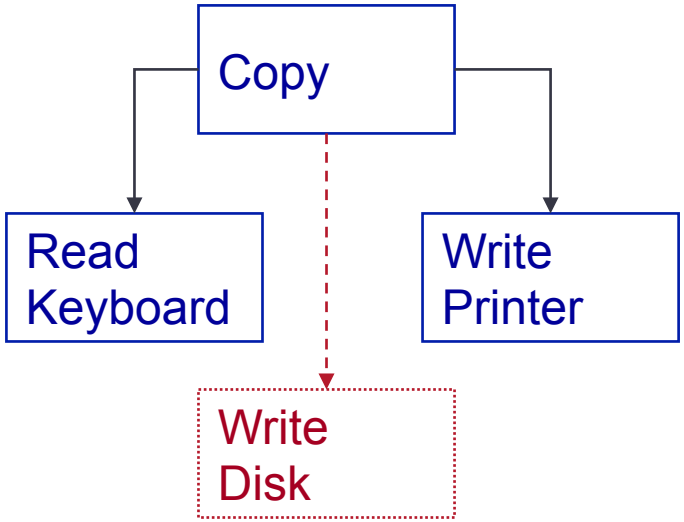
Arquitectura Procedural



Arquitectura Orientada a objetos



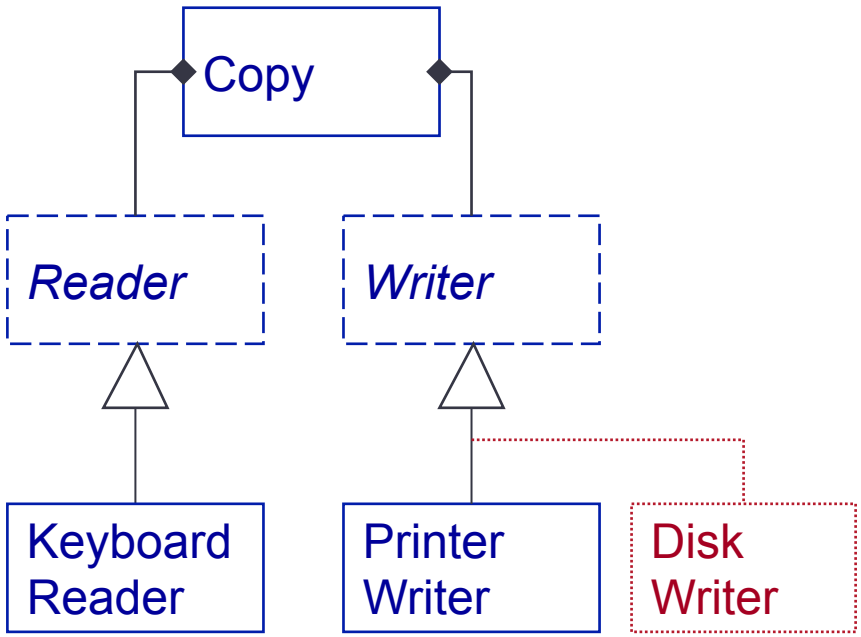
Ejemplo aplicando enfoque procedural




```
enum OutputDevice {printer, disk};
void Copy(OutputDevice dev){
   int c;
   while((c = ReadKeyboard())!= EOF)
      if(dev == printer)
         WritePrinter(c);
      else
         WriteDisk(c);
}
```

```
void Copy(){
   int c;
   while ((c = readKeyboard()) != EOF)
     writePrinter(c);
}
```

Aplicando el Principio de Inversión de Dependencia (DIP)

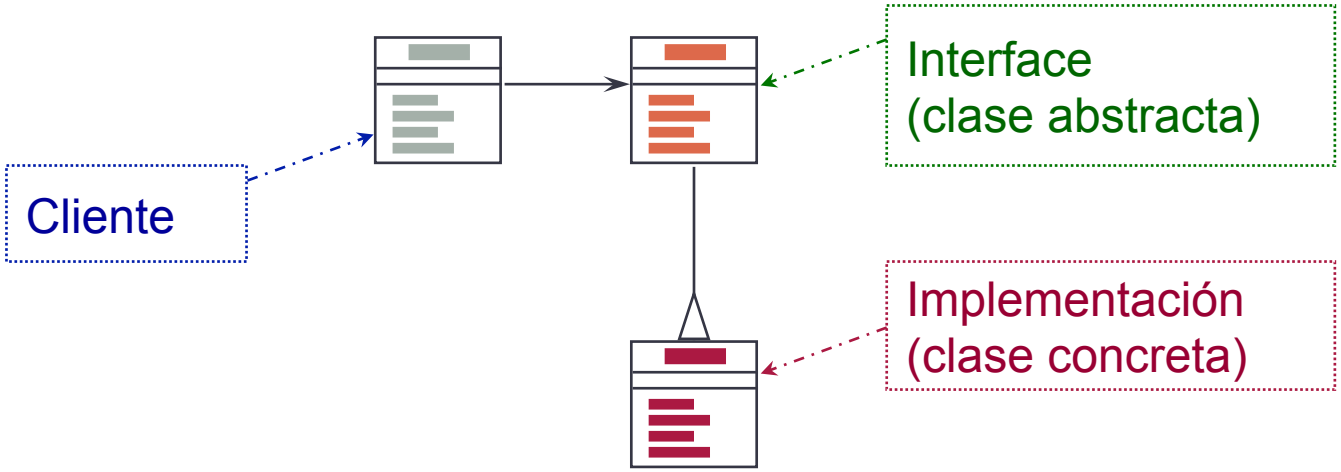



```
class Reader {
  public abstract int read(){};
}

class Writer {
  public abstract void write(int i);
};

void copy(Reader r, Writer w){
   int c;
   while((c = r.read()) != EOF)
     w.write(c);
}
```

Heurísticos relacionados con el DIP

Diseña para la interfaz, no para la implementación!

Utiliza la herencia para evitar en enlace directo entre clases.



Diseña para la interfaz

- **Clases abstractas/interfaces:**
  - Tienden a cambiar menos frecuentemente.
  - Las abstracciones son “puntos bisagra” donde es más sencillo extender/modificar.
  - En general no debería modificarse la clase/interfaz que representa la abstracción (Principio OCP).

- **Excepciones**
  - Algunas clases nunca van a cambiar, por ejemplo
    - Clase *String*. No tiene sentido añadir una capa de abstracción
  - En estos caso es más interesante utilizar la clase directamente
    - Como en Java o C++.

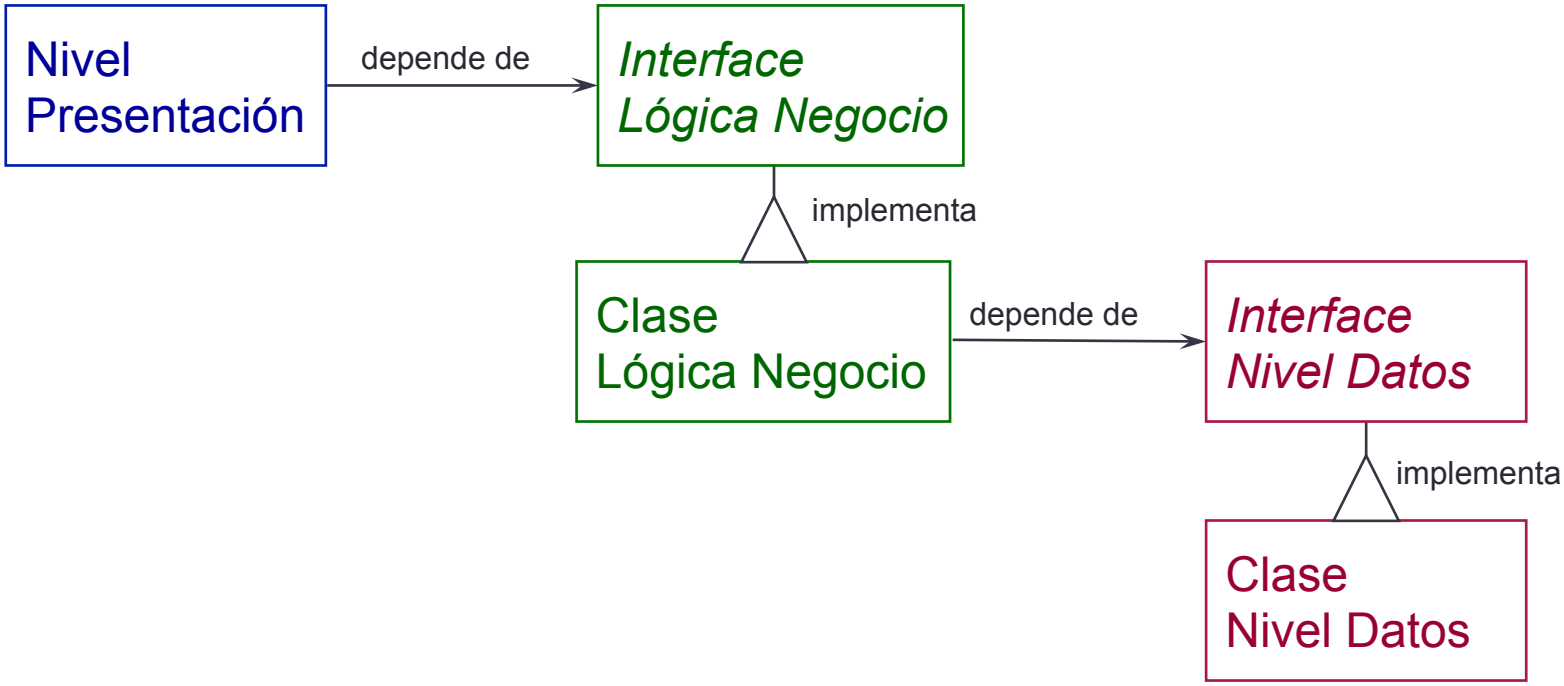
Heurísticos relacionados con DIP

Evita dependencias transitivas

- Evita estructuras en las que las abstracciones de alto nivel dependen de abstracciones de bajo nivel:
  - En el ejemplo, el nivel de presentación depende finalmente del nivel de datos.

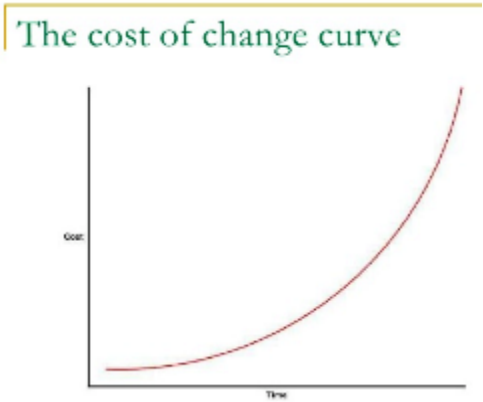
Solución a las dependencias transitivas

Utiliza la herencia y las clases abstractas para eliminar las dependencias transitivas:

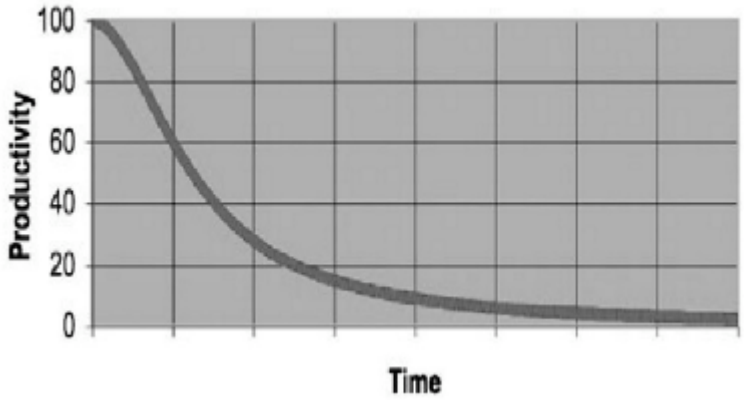


Conclusiones SOLID

- *Los sistemas software cambian durante su ciclo de vida, y los* diseños software deben acomodar estos cambios.
- El coste del cambio aumenta con el tiempo



- A la vez que se reduce la productividad.



Conclusiones SOLID

- Los principios SOLID facilitan el diseño OO evolutivo.
- Los principios SOLID son el primer paso para realizar diseños complejos, sin embargo se necesitan técnicas más sofisticadas.

Los patrones de diseño

Para saber más

- Principios SOLID
  - http://www.slideshare.net/bbossola/geecon09-solid
  - http://www.desarrolloweb.com/manuales/programacion-orientada-objetos-dotnet.html
- Principio OCP
  - http://www.utopicainformatica.com/2010/09/principio-abierto-cerrado.html
  - http://danielmazzini.blogspot.com/2010/10/principio-abierto-cerrado-ocp.html
- Principio SRP
  - http://carlospeix.com/2010/11/principios-solid-1-ejemplo-con-srp-dip-y-ocp/
  - http://theartoftheleftfoot.blogspot.com/2010/06/solid-el-principio-de-la.html
  - http://joelabrahamsson.com/entry/the-open-closed-principle-a-real-world-example

Para saber más

- Principio LSK
  - http://javaboutique.internet.com/tutorials/JavaOO/
- Principio DIP
  - http://martinfowler.com/articles/injection.html
  - http://www.slideshare.net/MarcoManga/dependency-inversion-principle
- Principio ISP
  - http://www.oodesign.com/interface-segregation-principle.html