

Tema I

Introducción a la POO

Programación Orientada a Objetos

José Francisco Vélez Serrano

- La complejidad del software y su tratamiento
- Características de la programación orientada a objetos
- Abstracción
- Encapsulación
- Jerarquías
- Modularización
- Otras características de la POO
 - Tipado
 - Concurrency
 - Persistencia

La complejidad del software y su tratamiento

El software es complejo y los lenguajes de programación evolucionan para ayudar a tratar esa complejidad.

La complejidad del software y su tratamiento

La complejidad del software

La complejidad es una propiedad inherente al software. No es un accidente debido a una mala gestión o un mal diseño.

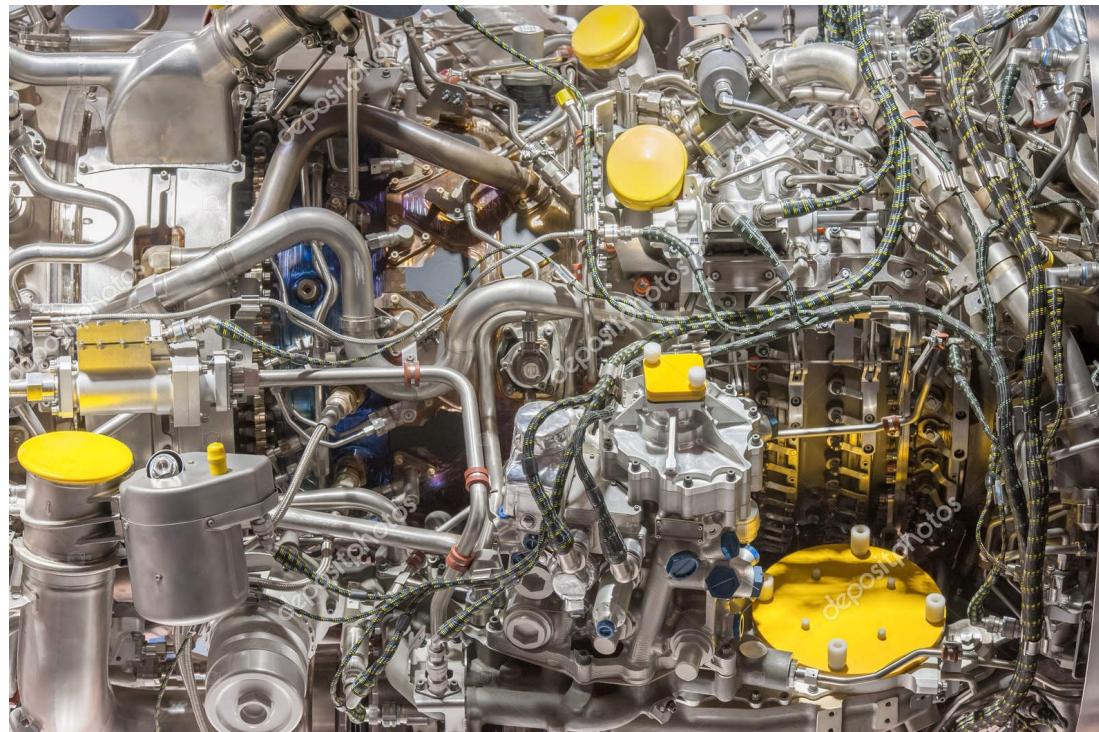
La complejidad del software se deriva fundamentalmente de:

- La complejidad del **dominio del problema**
- La dificultad de gestionar el **proceso de desarrollo**
- La **flexibilidad de las herramientas** de software
- Comportamiento **impredecible** del software

La complejidad del software y su tratamiento

La complejidad del dominio del problema

Si un problema es complejo, el software que resuelve el problema suele ser complejo también.



by nelsonart

La complejidad del software y su tratamiento

La gestión el proceso de desarrollo

La gestión del proceso de desarrollo del software añade complejidad.

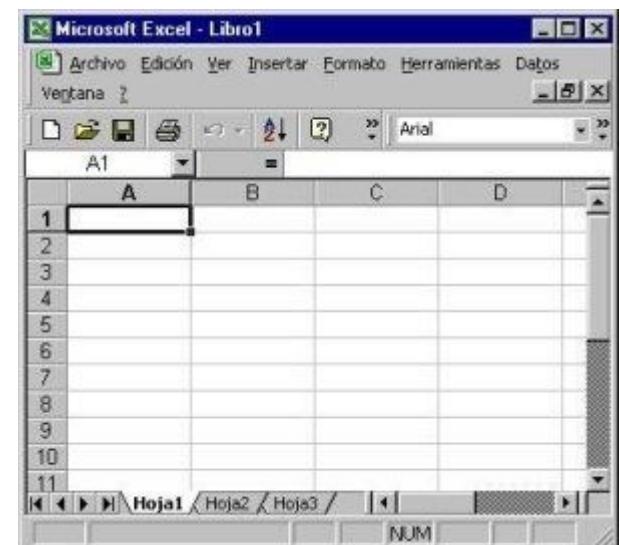
- La comunicación entre las personas
- La gestión de las personas y sus habilidades



La complejidad del software y su tratamiento

La flexibilidad de las herramientas de software

Las herramientas que proporcionan mucha flexibilidad se pueden utilizar de muchas formas equivocadas.



» Más flexible » Más formas de equivocarse »

La complejidad del software y su tratamiento

Comportamiento impredecible del software

El software puede cambiar de un estado a otro completamente distinto con solo cambiar un bit.



Delete all = 0

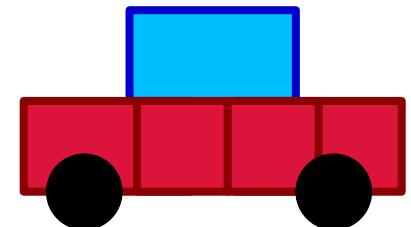
La complejidad del software y su tratamiento

Herramientas para tratar la complejidad

A
B
C

Los humanos, para enfrentarnos a la complejidad usamos principalmente 3 herramientas:

- **Abstraer**: Se ignoran los detalles del problema que parecen poco significativos y se concentra el esfuerzo en los que se consideran esenciales.



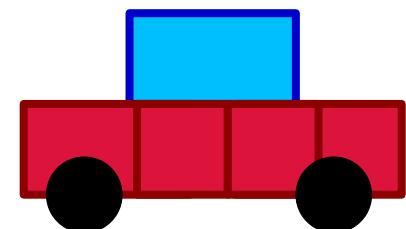
La complejidad del software y su tratamiento

Herramientas para tratar la complejidad

A
B
C

Los humanos, para enfrentarnos a la complejidad usamos principalmente 3 herramientas:

- **Abstraer**: Se ignoran los detalles del problema que parecen poco significativos y se concentra el esfuerzo en los que se consideran esenciales.
- **Descomponer**: El problema completo se descompone en problemas más simples que se resuelven por separado.



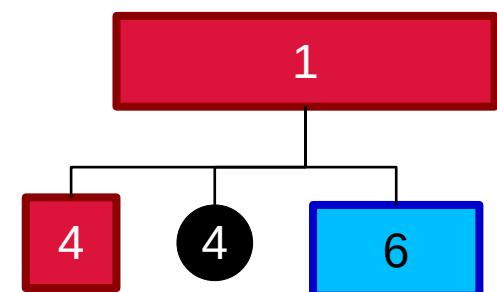
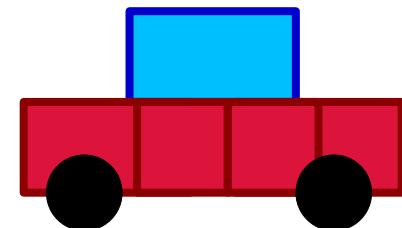
La complejidad del software y su tratamiento

Herramientas para tratar la complejidad

A
B
C

Los humanos, para enfrentarnos a la complejidad usamos principalmente 3 herramientas:

- **Abstraer**: Se ignoran los detalles del problema que parecen poco significativos y se concentra el esfuerzo en los que se consideran esenciales.
- **Descomponer**: El problema completo se descompone en problemas más simples que se resuelven por separado.
- **Jerarquizar**: Se ordenan los elementos del problema, localizando semejanzas y diferencias.



Tipos de descomposiciones



Clásicamente se distinguen dos formas de descomponer un problema:

- **Descomposición algorítmica:** El problema se descompone en tareas más simples.
- **Descomposición orientada a objetos:** El problema se descompone en objetos de cuya interacción surge la solución.

¿La explicación de cómo preparar un huevo frito es orientada a objetos o algorítmica?

¿La explicación de cómo jugar al futbol es orientada a objetos o algorítmica?

Estas dos formas de descomponer se pueden usar para describir diferentes partes de un problema.



Orientación a aspectos

Procedimental < Orientado a objetos

Programación concurrente

Programación funcional

Imperativo <> Declarativo

Programación lógica

Metaprogramación

Programación simbólica

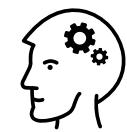
Secuencial <> Dirigido por eventos

Programación diferenciable

Genericidad

La complejidad del software y su tratamiento

Evolución de lenguajes de programación



1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2010	2011-2020
Ensamblador	APL	C	Ada	Python	C#	Dart
Fortran	Simula	Smalltalk	Matlab	Visual Basic	Scratch	Kotlin
Cobol	Basic	Prolog	Foxpro	Lua	Groovy	Swift
Lisp	Pascal	ML	Eiffel	R	Scala	
	B	SQL	Objetive C	Ruby	Closure	
		C++	Erlang	Java	Go	
			Haskell	Javascript	Rust	
			Perl	Delphi		
				Php		

Características de la POO

Llamamos lenguajes de Programación Orientados a Objetos a los que proporcionan ciertas características.

Definición de objeto

A
B
C

Un objeto es un componente software que:

- Puede recibir **mensajes** y responder a los mismos
- Tiene **identidad**
- Tiene un **estado**
- Tiene un **comportamiento** bien definido

Idealmente, puedes tener varios objetos, cada uno con su identidad y con su estado interno. Le puedes enviar un mensaje a cualquiera de los objetos y esperar una respuesta.

Características de la POO

Lenguaje Unificado de Modelado (UML)

El **Lenguaje Unificado de Modelado (UML)** se usará para representar gráficamente los ejemplos que se vayan proponiendo.

UML es un **lenguaje gráfico** para visualizar, especificar, construir y documentar los componentes de un sistema software orientado a objetos.

La introducción de la notación UML se hará de manera gradual según se vaya necesitando.



Booch



Runbaugh



Jacobson



Características de la POO

Ejemplo de objetos

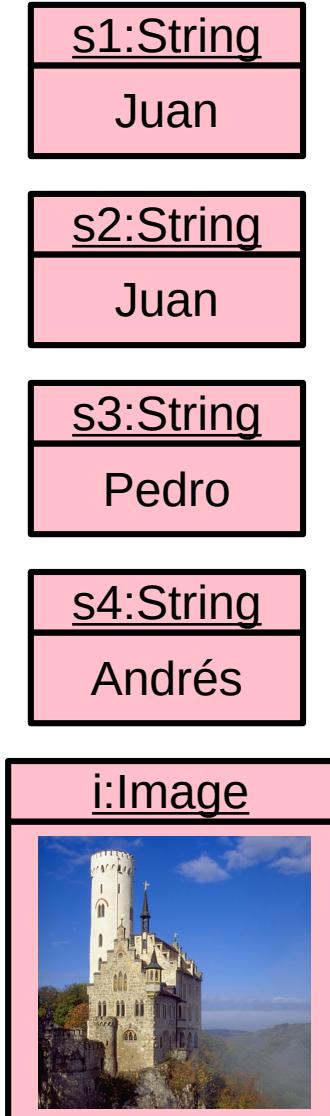
En UML los objetos se representan con rectángulos divididos en dos partes. La superior, que está subrayada, para la identidad del objeto, la inferior para mostrar el estado del objeto.

Por ejemplo:

Un programa tiene 4 objetos de tipo cadena de texto modifiable y un objeto de tipo imagen.

Dos de los objetos de tipo cadena contienen, como estado interno, la palabra “Juan” y los otros dos tienen la palabra “Pedro” y “Andrés”.

El objeto de tipo imagen contiene un mapa de 512x512 píxeles en color.



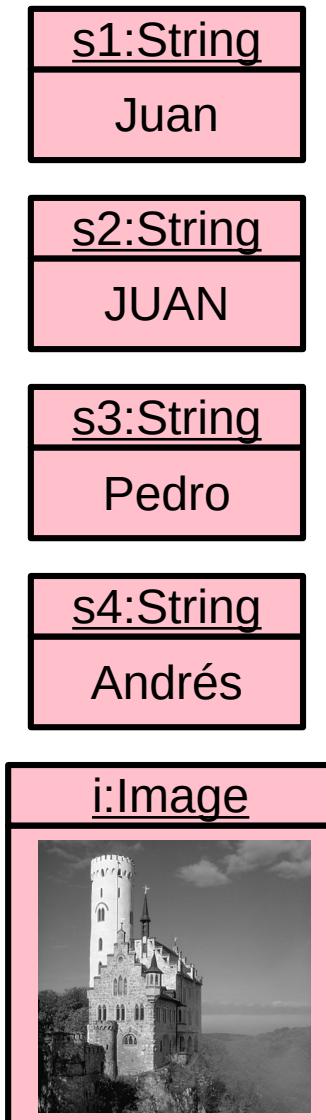
Características de la POO

Ejemplo de mensajes a objetos

Los dos objetos con la palabra “Juan” tienen el **mismo** estado interno, pero son objetos con **diferente** identidad.

Si a uno de los objetos con estado “Juan” le pido que se pase a **mayúsculas**, su estado interno cambia a “JUAN”, pero el del otro no cambia.

Si al objeto de tipo imagen le pido que cambie a niveles de **gris** el mapa de gris cambia eliminado el color.



Características de la POO

Lenguajes orientados a objetos

A
B
C

La POO se basa en el uso de las siguientes **capacidades** primarias:

- Abstraer
- Encapsular
- Modularizar
- Jerarquizar

También se pueden considerar estas capacidades secundarias:

- Tipo
- Conurrencia
- Persistencia

Los lenguajes de programación orientados a objetos se caracterizan porque proporcionan mecanismos que **dan soporte a estas capacidades**.

Abstracción

La posibilidad de un lenguaje para definir abstracciones.

Abstracción

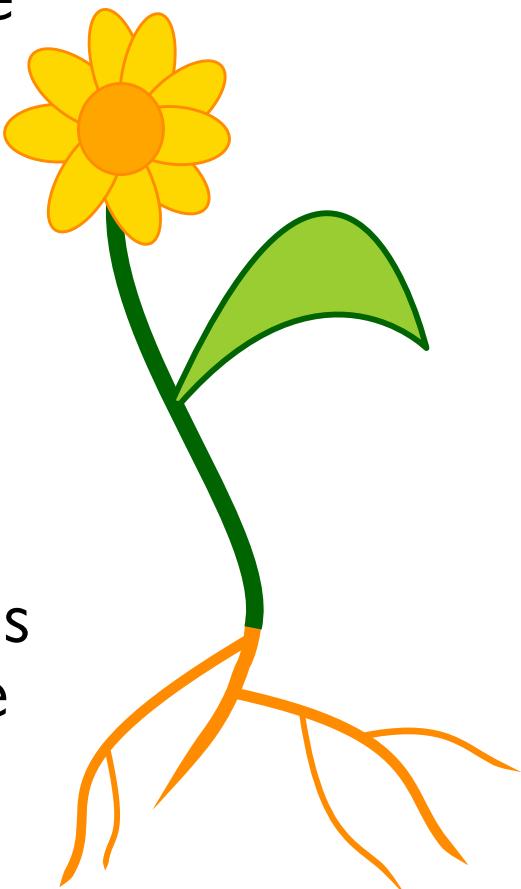
Definición

A
B
C

Los humanos hemos desarrollado la capacidad de abstraer para tratar la complejidad.

Abstraer es la capacidad que permite distinguir aquellas **características fundamentales** de un objeto que lo hacen diferente del resto, y que proporcionan **límites conceptuales** bien definidos relativos a la perspectiva del que lo visualiza.

Al estudiar algo **ignoramos los detalles**, y tratamos con ideas generales de un **modelo simplificado** de ese algo.



Abstracción

Soporte a la abstracción en los lenguajes

A
B
C

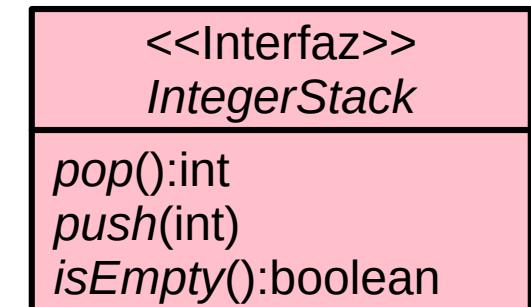
Los lenguajes de POO facilitan abstraer gracias a que permiten **definir interfaces** para comunicarse con los objetos.

Una interfaz es una declaración de los **métodos u operaciones** que debe tener una abstracción.

Un método es como una función que pueden aplicarse sobre un objeto, o como un mensaje que puede enviarse a un objeto.

La interfaz declara un conjunto de métodos, pero no especifica cómo se implementan.

Las interfaces se representan en **UML** mediante un **rectángulo con el nombre de la interfaz** anteponiendo la palabra interfaz. Los métodos se añaden separados por una línea horizontal. Los identificadores suelen estar en cursiva para indicar que no tienen implementación.



Abstracción

Creación de objetos basada en clases

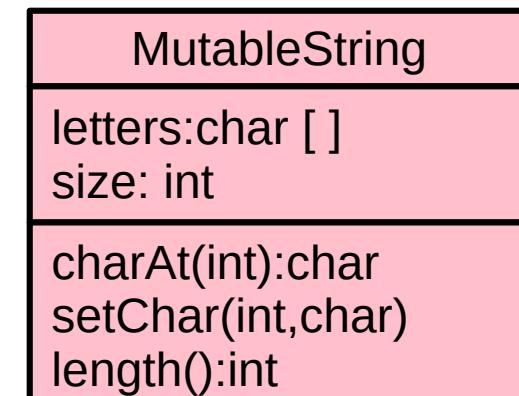
Para crear objetos algunos lenguajes de POO (como C++ o Java) proponen el concepto de clase de objetos, o simplemente **clase**.

Una clase es como un molde que permite crear objetos.

La clase permite añadir a las interfaces una implementación.

La implementación consiste en la definición de **propiedades** (variables del objeto) y en el **código** de programación interno de los **métodos**.

En **UML** las clases se representan mediante **rectángulos**. En el interior de cada rectángulo se indican, separados por líneas horizontales, el nombre de la clase, las propiedades y los métodos.



Creación de objetos basada en modelos



Otros lenguajes (como SmallTalk o JavaScript) no permiten definir clases de objetos, siendo preciso definir el comportamiento sobre un objeto particular. Ese objeto es el objeto prototipo o modelo.

En estos lenguajes, luego, para crear más objetos se clona el objeto modelo.

Las abstracciones como cliente/servidor



Entre los objetos de un programa siempre se crean comportamientos de tipo cliente/servidor.

El objeto cliente conoce el comportamiento del objeto servidor y le pide cosas. Entre ellos hay un **contrato** que establece las responsabilidades del servidor.

El orden en que se aplican las operaciones que el cliente puede realizar se conoce como **protocolo**.

Este protocolo suele implicar precondiciones y poscondiciones que deben ser satisfechas por los métodos de la abstracción.

Cuando un cliente envía un mensaje a un objeto servidor y este no puede cumplir las poscondiciones se produce una **excepción**.

Ejemplo de protocolo

El **contrato** de los objetos pila de enteros establece que puede almacenar y devolver enteros.

El **protocolo** de los objetos pila exige que se inserte algo antes de poder recuperarlo.

La siguiente secuencia sería un caso real:

1. El objeto calculadora **crea** un objeto de tipo pila.
2. El objeto calculadora **inserta** un entero con valor 7 en el objeto de tipo pila.
3. El objeto calculadora **pide** un entero al objeto pila y esta devuelve un 7.
4. El objeto calculadora **pide** otro entero al objeto pila cuando ya no quedan más elementos en la pila.
5. El objeto pila lanza una **excepción** al no poder devolver nada.

Encontrando las abstracciones

- Piensa en los elementos que almacenan los datos.
- Piensa en los nombres que aparecen en la descripción del problema.
- Piensa en las partes del programa.
- No estás modelando la realidad, estás modelando un software que resuelve un problema concreto.

Medir la calidad de una abstracción



Para ayudar a crear abstracciones se puede medir su **calidad** revisando los siguientes aspectos:

- **Acoplamiento**.- Minimizar el grado de asociación entre diferentes abstracciones. Dos abstracciones están acopladas cuando para tener una también hay que tener la otra.
- **Cohesión**.- Maximizar el grado de asociación dentro de una abstracción. Hay cohesión cuando los métodos de una abstracción tienen una temática común, trabajan con tipos similares...
- **Suficiencia y completitud**.- Que tenga las características precisas para permitir un funcionamiento eficiente y completo. No le faltan métodos para cumplir su objetivo.
- **Primitividad**.- Las operaciones de una abstracción deben ser lo más básicas posibles. No debe tener operaciones que ya se pueden construir con otras más básicas.

Abstracción

Sintaxis Orientada a Objetos vs funcional

En una sintaxis orientada a objetos, la interfaz de la abstracción incluye los métodos que se pueden aplicar sobre ella:

```
s = IntegerStack()  
s.push(25)
```

En una sintaxis funcional, la interfaz de la abstracción se definen en funciones independientes:

```
s = IntegerStack()  
push(s, 25)
```

Abstracción

Diagrama de clases y diagrama de objetos

Diagrama Estático de Clases

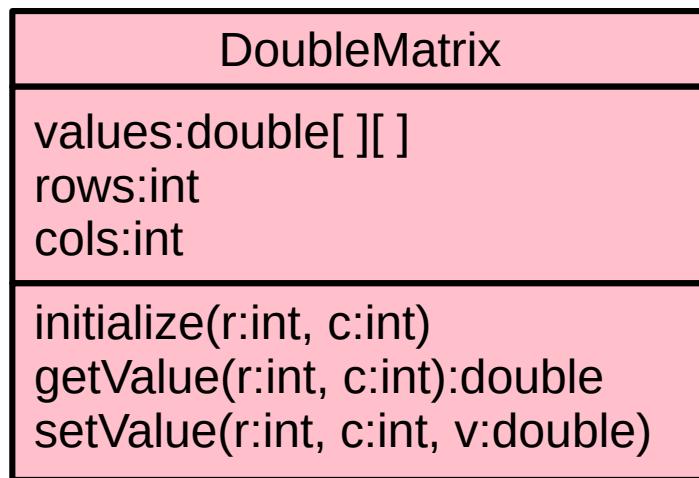
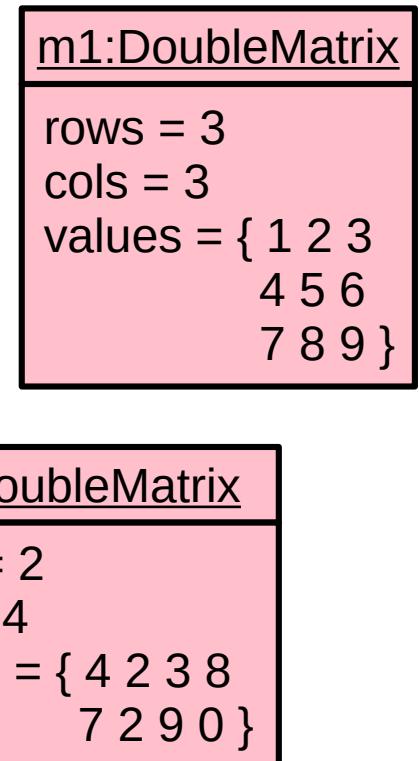


Diagrama de Objetos



Un Diagrama Estático de Clases describe la estructura de un sistema mostrando algunas de sus clases e interfaces.

Un Diagrama de Objetos muestra una posible instancia de un Diagrama Estático de Clases.

Abstracción

Diagrama de clases y diagrama de objetos

Diagrama Estático de Clases

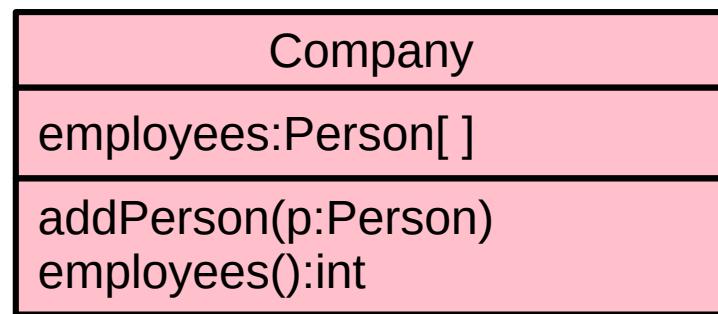
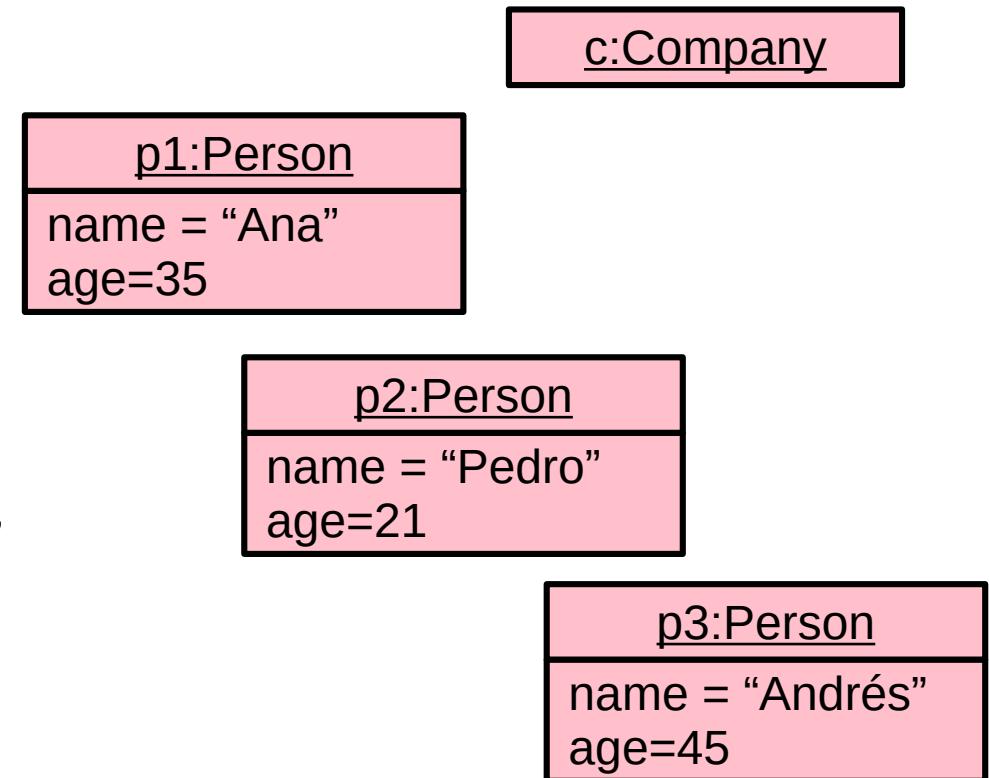


Diagrama de Objetos



Encapsulación

La posibilidad de un lenguaje para ocultar partes de su implementación.

Encapsulación

Definición

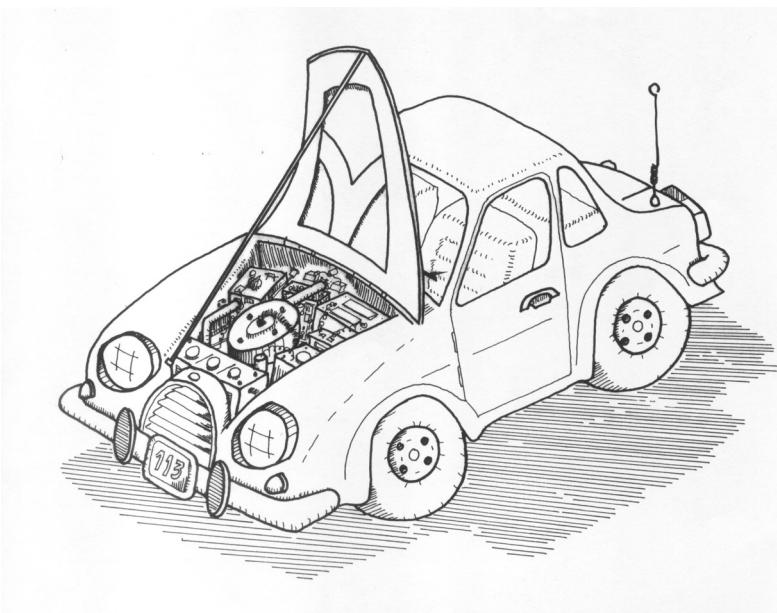
A
B
C

Encapsular es la capacidad que permite **mantener oculta la implementación** de una abstracción para los usuarios de la misma.

El objetivo de encapsular es el de **evitar que un sistema dependa de** cómo se ha implementado otro.

Esto facilita que **los clientes no perciban cambios internos en la implementación** de una abstracción.

Otro objetivo de ocultar una parte de la implementación frente a un cliente es el de **evitar que el cliente rompa los invariantes** de la abstracción.



Ejemplos



Analicemos dos ejemplos:

- Si una abstracción utiliza un array para almacenar cierto dato y un cliente lo sabe, podría implementar usos de dicha abstracción que solo fuesen efectivos en este contexto. Si la información de que internamente se usa un array se mantiene oculta, se evita este tipo de problemas.
- Imaginemos una lista que se basa en un array y un contador con los elementos almacenados. El invariante consiste en que el contador contiene un valor entero que se corresponde al número de los elementos almacenados en el array. Si el array y el contador solo son visibles dentro de la lista, se evita que un cliente modifique por error el contador de forma incorrecta.

Encapsulación

La encapsulación en diferentes lenguajes

Algunos lenguajes (Java, C++...) permiten el etiquetado de partes **públicas** o **privadas** en el código.

En lenguajes como Rust todo es privado por defecto.

Lenguajes como Python simplemente tienen políticas de escritura. Así, en Python un método o propiedad es privado si su identificador comienza con barra baja (_).

Otros lenguajes ocultan el código en bibliotecas o paquetes y solo permiten acceder mediante ciertas interfaces. Por ejemplo, en Go el paquete es la unidad más pequeña que se puede marcar como privada.

Encapsulación

La encapsulación en UML

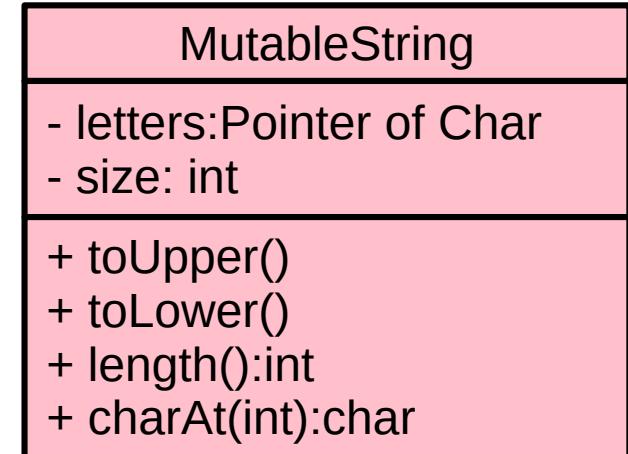
A
B
C

UML añade los siguientes símbolos:

- + Para las partes públicas
- Para las partes privadas
- # Para las partes protegidas

Habitualmente las propiedades de una clase deben marcarse como privadas, ya que el acceso directo a una propiedad de una clase puede romper los invariantes de la misma.

Por otro lado, los métodos de una clase suelen ser públicos, salvo los métodos auxiliares, que también deben ser privados.



Notas sobre UML



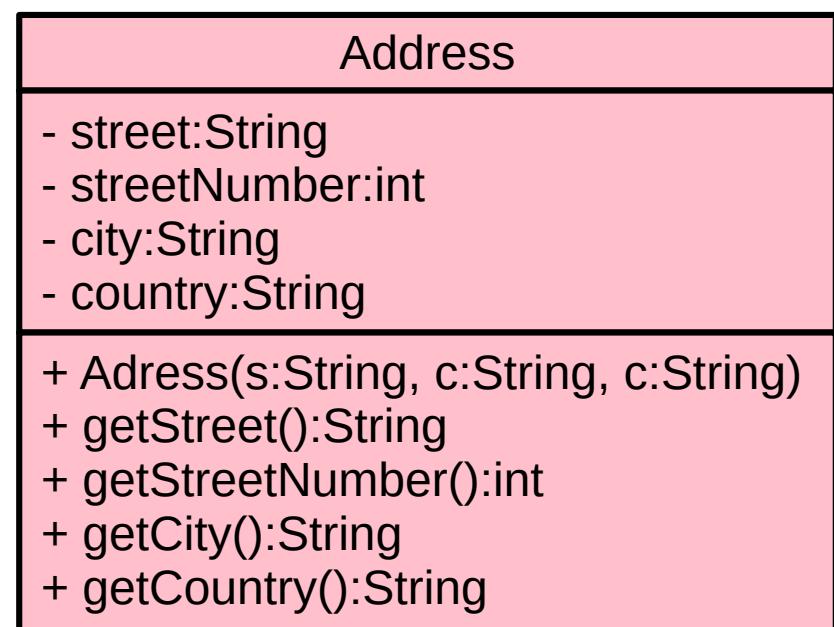
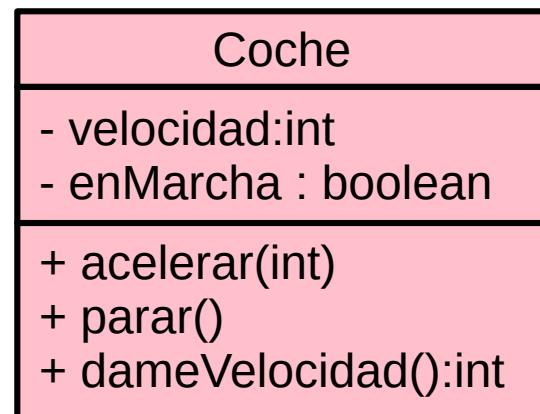
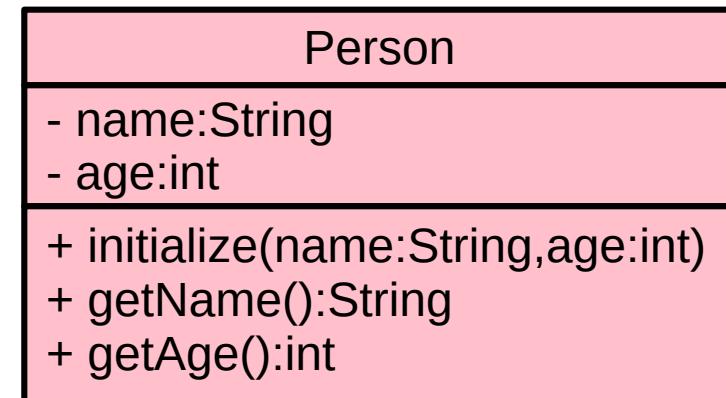
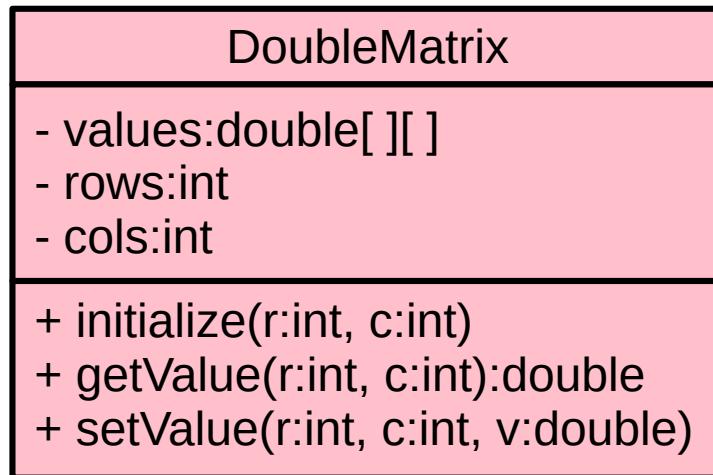
En general, en UML la ausencia de un adorno no implica que lo que representa no esté luego en la implementación.

Por ejemplo, una propiedad señalada como privada (“-”), en la implementación deberá aparecer como privada. Pero, si no ponemos si una propiedad es privada o pública, en la implementación podría aparecer como privada o como pública.

Encapsulación

Ejemplos de encapsulación en UML

A
B
C



Jerarquía

La posibilidad de un lenguaje para definir jerarquías de abstracciones.

Definición

A
B
C

Jerarquizar es una capacidad que permite **ordenar abstracciones**.

La organización de las abstracciones en jerarquías permite **detectar estructuras y comportamientos** comunes, simplificando el desarrollo.

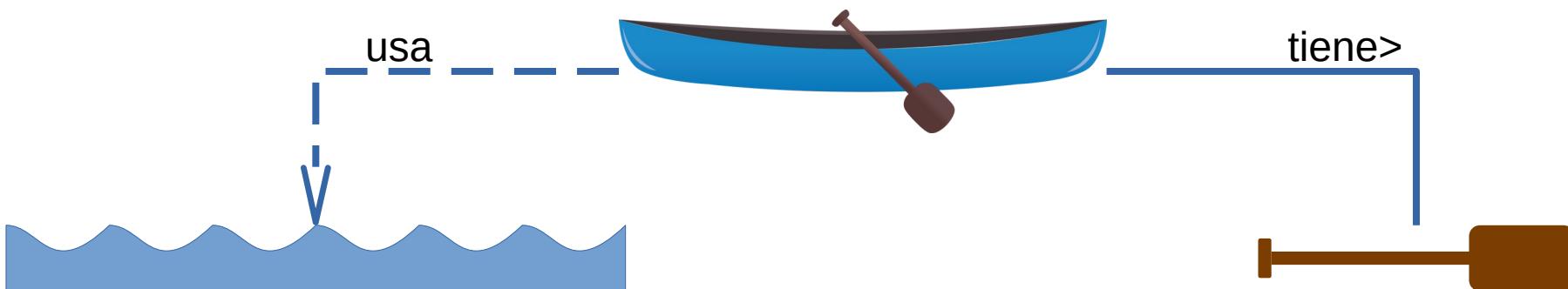
En el esquema de programación orientada a objetos se definen dos formas básicas de jerarquías:

- Jerarquías entre **objetos**.
- Jerarquías entre **clases e interfaces**.

Jerarquías de objetos

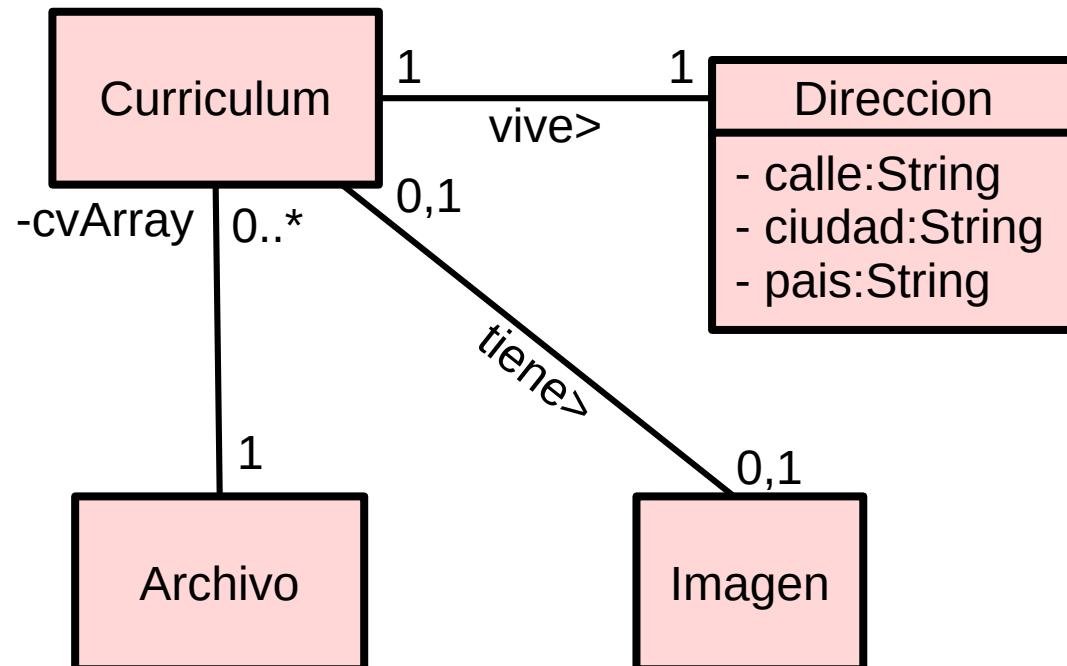
Las jerarquías entre objetos se pueden clasificar en 2 tipos de relaciones:

- Relaciones de **asociación**: establecen relaciones del tipo “tal objeto **contiene** a tal otro objeto”.
- Relaciones de **dependencia** o **uso**: dan lugar a relaciones del tipo “tal objeto **usa** tal otro objeto”



Jerarquías de objetos: Asociación en UML

La asociación se representa mediante una línea o mediante una propiedad y se puede adornar con elementos diversos: nombre, multiplicidad, marcas de agregación, composición y navegación, nombre de propiedades, visibilidad...

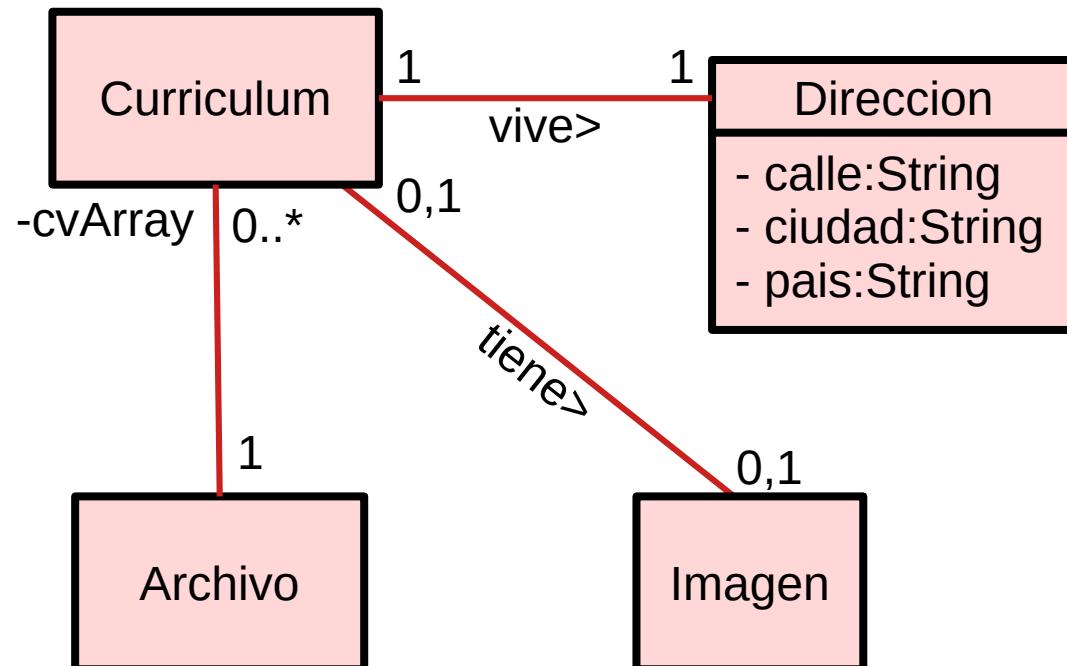


Este diagrama dice que:

- La clase Curriculum está asociada con las clases Direccion, Imagen y Archivo.
- La clase Curriculum contiene 1 objeto de la clase Direccion, que es donde vive.
- La clase Archivo guarda de 0 a n objetos de la clase Curriculum.
- La clase Direccion está asociada con String pues contiene 3 objetos de la clase String.
- Los objetos Curriculum se guardan en la variable privada cvArray de Archivo.

Jerarquías de objetos: Asociación en UML

La asociación se representa mediante una línea o mediante una propiedad y se puede adornar con elementos diversos: nombre, multiplicidad, marcas de agregación, composición y navegación, nombre de propiedades, visibilidad...

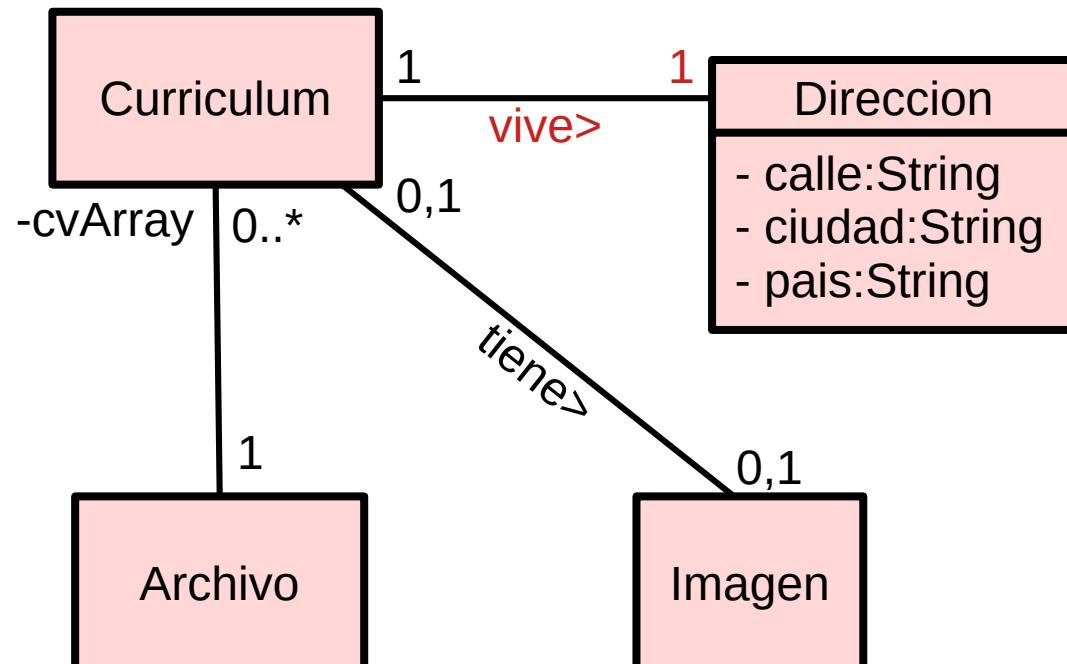


Este diagrama dice que:

- La clase Curriculum está asociada con las clases Direccion, Imagen y Archivo.
- La clase Curriculum contiene 1 objeto de la clase Direccion, que es donde vive.
- La clase Archivo guarda de 0 a n objetos de la clase Curriculum.
- La clase Direccion está asociada con String pues contiene 3 objetos de la clase String.
- Los objetos Curriculum se guardan en la variable privada cvArray de Archivo.

Jerarquías de objetos: Asociación en UML

La asociación se representa mediante una línea o mediante una propiedad y se puede adornar con elementos diversos: nombre, multiplicidad, marcas de agregación, composición y navegación, nombre de propiedades, visibilidad...

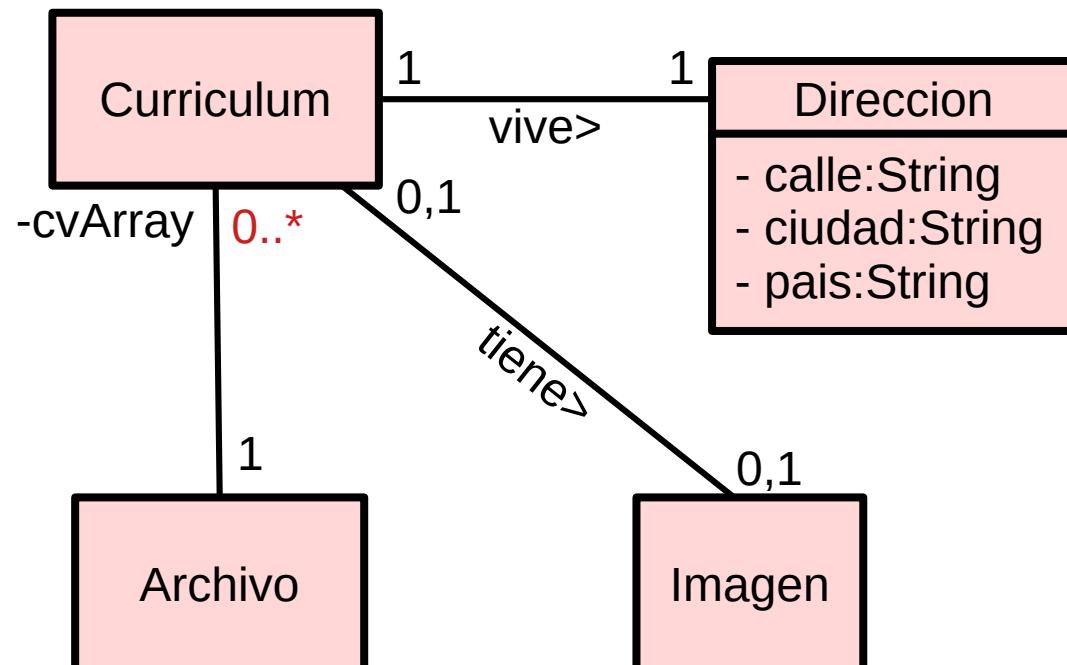


Este diagrama dice que:

- La clase Curriculum está asociada con las clases Direccion, Imagen y Archivo.
- **La clase Curriculum contiene 1 objeto de la clase Direccion, que es donde vive.**
- La clase Archivo guarda de 0 a n objetos de la clase Curriculum.
- La clase Direccion está asociada con String pues contiene 3 objetos de la clase String.
- Los objetos Curriculum se guardan en la variable privada cvArray de Archivo.

Jerarquías de objetos: Asociación en UML

La asociación se representa mediante una línea o mediante una propiedad y se puede adornar con elementos diversos: nombre, multiplicidad, marcas de agregación, composición y navegación, nombre de propiedades, visibilidad...



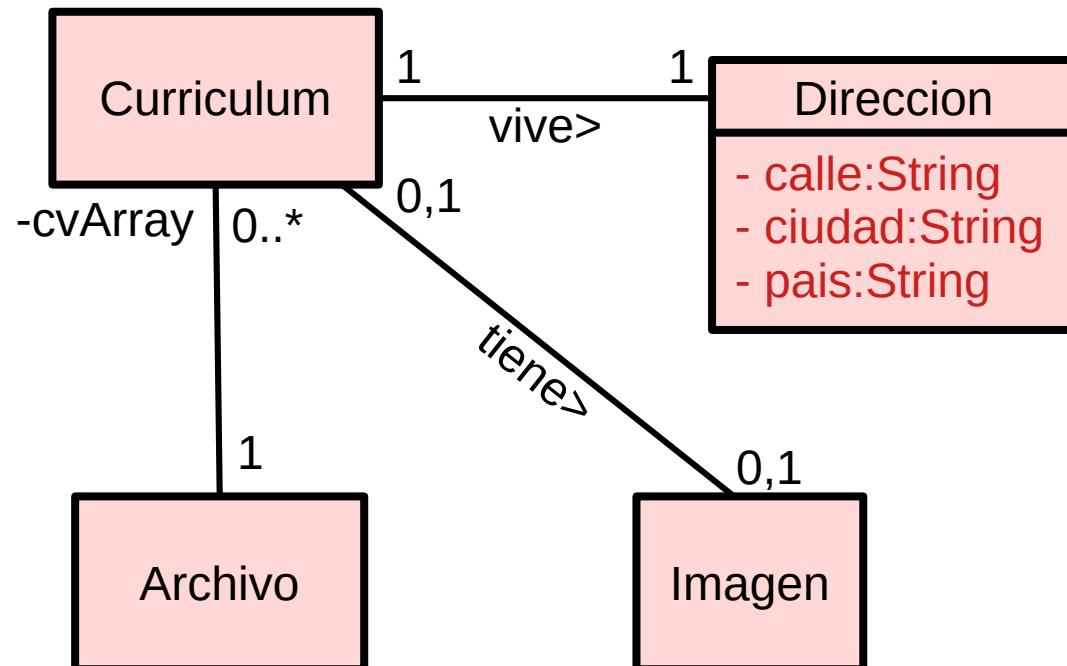
Este diagrama dice que:

- La clase Curriculum está asociada con las clases Direccion, Imagen y Archivo.
- La clase Curriculum contiene 1 objeto de la clase Direccion, que es donde vive.
- **La clase Archivo guarda de 0 a n objetos de la clase Curriculum.**
- La clase Direccion está asociada con String pues contiene 3 objetos de la clase String.
- Los objetos Curriculum se guardan en la variable privada cvArray de Archivo.

Jerarquías de objetos: Asociación en UML

A
B
C

La asociación se representa mediante una línea o mediante una propiedad y se puede adornar con elementos diversos: nombre, multiplicidad, marcas de agregación, composición y navegación, nombre de propiedades, visibilidad...

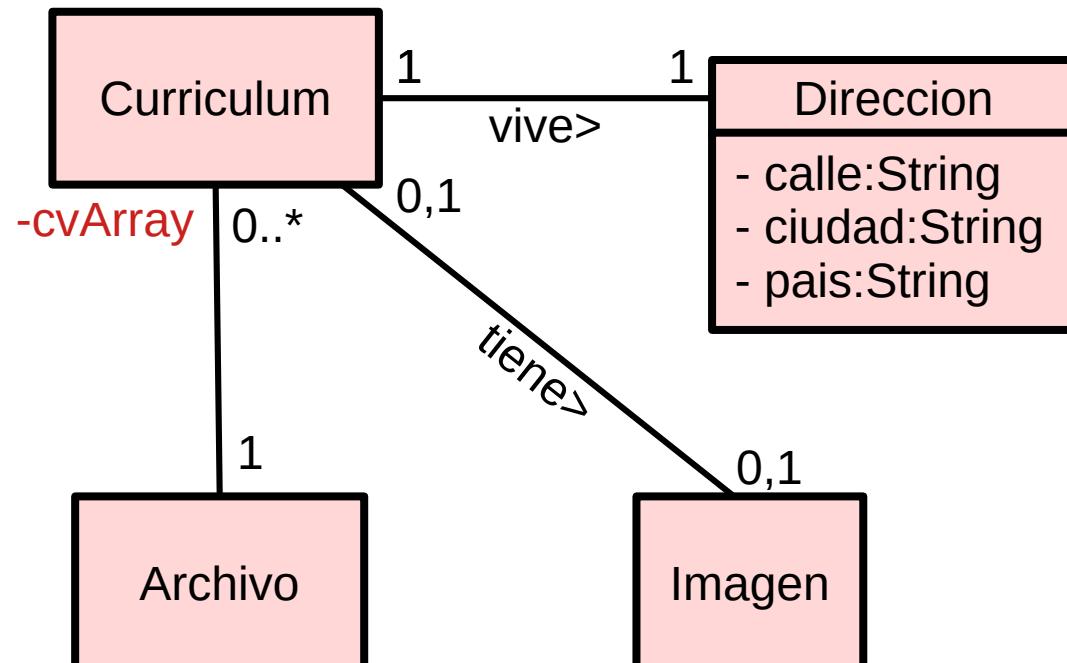


Este diagrama dice que:

- La clase Curriculum está asociada con las clases Direccion, Imagen y Archivo.
- La clase Curriculum contiene 1 objeto de la clase Direccion, que es donde vive.
- La clase Archivo guarda de 0 a n objetos de la clase Curriculum.
- La clase Direccion está asociada con String pues contiene 3 objetos de la clase String.
- Los objetos Curriculum se guardan en la variable privada cvArray de Archivo.

Jerarquías de objetos: Asociación en UML

La asociación se representa mediante una línea o mediante una propiedad y se puede adornar con elementos diversos: nombre, multiplicidad, marcas de agregación, composición y navegación, nombre de propiedades, visibilidad...



Este diagrama dice que:

- La clase Curriculum está asociada con las clases Direccion, Imagen y Archivo.
- La clase Curriculum contiene 1 objeto de la clase Direccion, que es donde vive.
- La clase Archivo guarda de 0 a n objetos de la clase Curriculum.
- La clase Direccion está asociada con String pues contiene 3 objetos de la clase String.
- Los objetos Curriculum se guardan en la variable privada cvArray de Archivo.

Jerarquías

Ejemplos asociación

A
B
C

Diagrama estático de clases

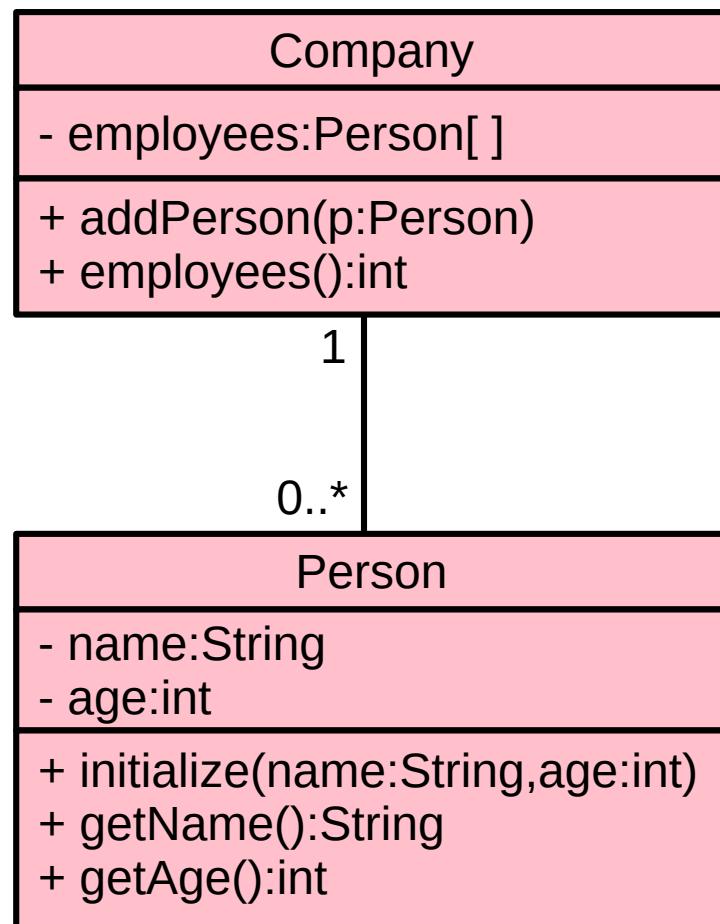
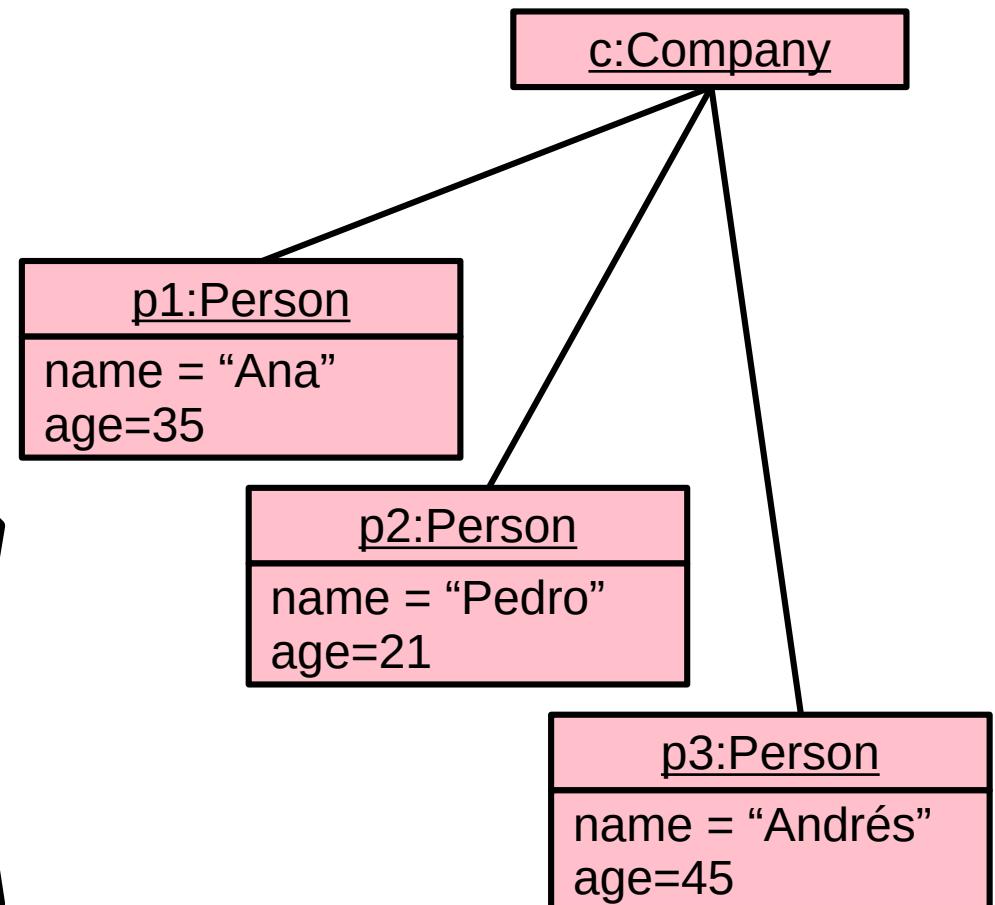


Diagrama de objetos



Nota sobre UML

Si en un diagrama UML aparece un adorno, cuando se codifica **hay que implementar lo que indica el adorno.**

UML tiene muchos adornos, y estos tienen un significado muy concreto.

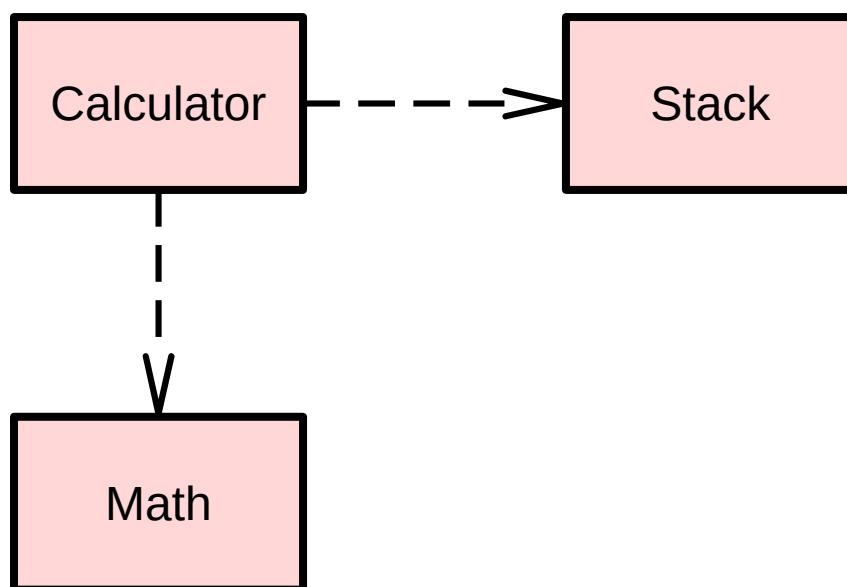
Por tanto, si no sabemos si un adorno es correcto o no es **mejor no poner el adorno que ponerlo mal.**

La ausencia de adornos denota un diseño pobre, pero al menos no da instrucciones equivocadas.

Jerarquías de objetos: Uso en UML

El uso o dependencia se representa en UML mediante una línea punteada terminada en una flecha.

Un objeto A usa a otro B cuando B no aparece como propiedad en A, pero es necesario B para que funcione A.



Este diagrama dice que:

- Calculator depende de la clase Math, porque, por ejemplo, lo utiliza dentro de uno de sus métodos para hacer un cálculo.
- Calculator depende de Stack, por ejemplo porque a uno de los métodos le pasan un objeto de la clase Stack como parámetro.

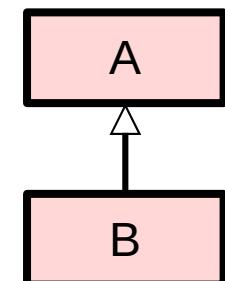
Jerarquías de clases

Las jerarquía de clases se denominan relaciones de **herencia** y definen relaciones del tipo: la abstracción B **es un** A.

En UML se representan mediante una flecha de punta hueca.

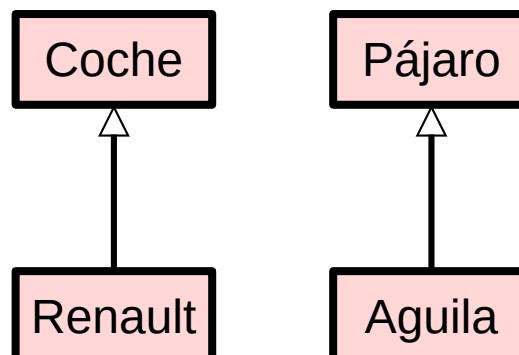
Se cumple que:

- Los elementos de A son más generales
- Los elementos de B están más especializados



Por ejemplo:

- Un Renault **es un** Coche
- Un águila **es un** pájaro



Jerarquías de clases: Tipos de herencia

A
B
C

Se puede hablar de:

- Herencia entre interfaces
- Herencia entre clase e interfaz
- Herencia entre clases

Jerarquías

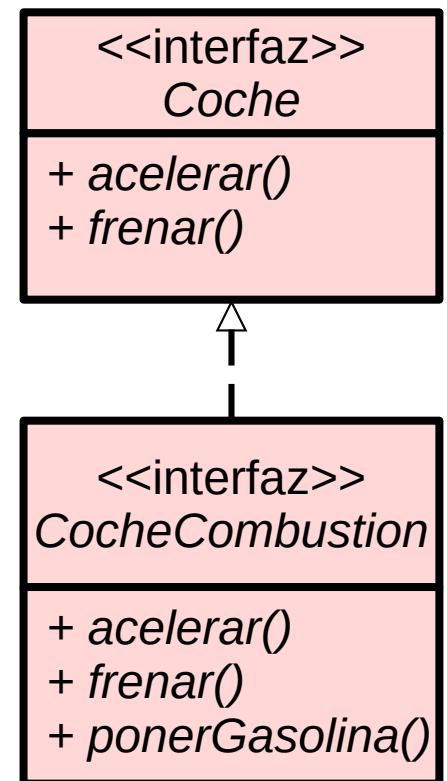
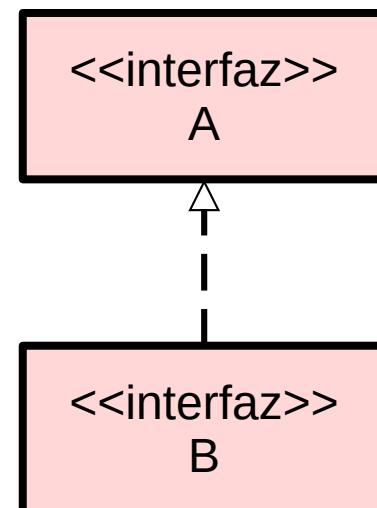
Jerarquías de clases: herencia de interfaz

A
B
C

Las interfaces solo contienen métodos. Cuando una interfaz B hereda de otra A, B solo obtiene la declaración de los métodos de A.

Cuando un método no tiene implementación en UML se pone en cursiva.

Cuando la relación de herencia involucra una interfaz la línea se dibuja punteada.

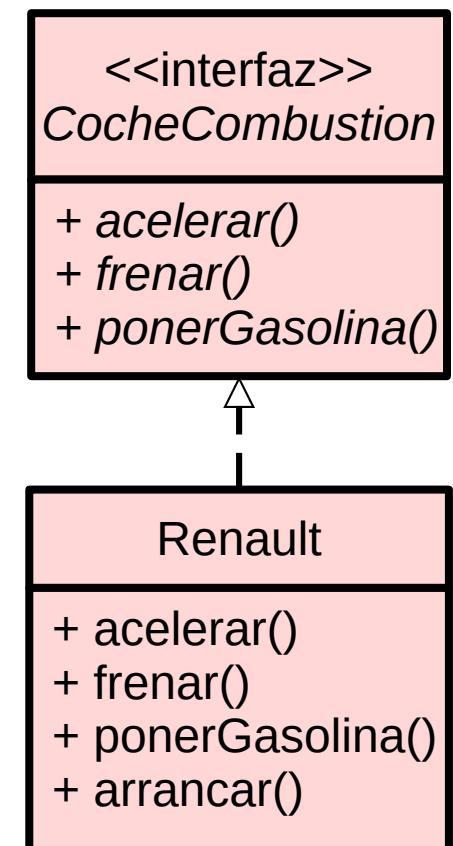
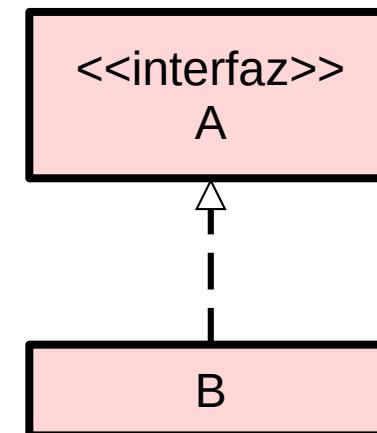


Jerarquías de clases: clase-interfaz

A
B
C

Cuando la clase B hereda de la interfaz A se dice que B implementa o cumple A. Solo se hereda la definición de métodos.

La clase que hereda implementa el comportamiento.



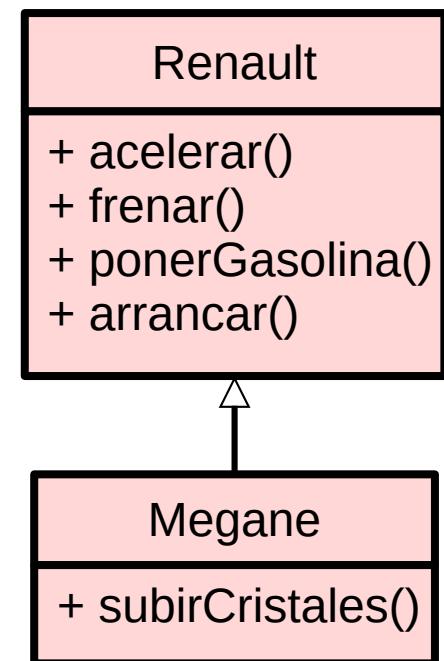
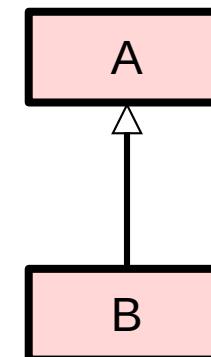
Jerarquías de clases: herencia de clases

Cuando una clase B hereda tanto la interfaz como el comportamiento de otra clase A.

La clase B tiene todos los métodos y propiedades de A.

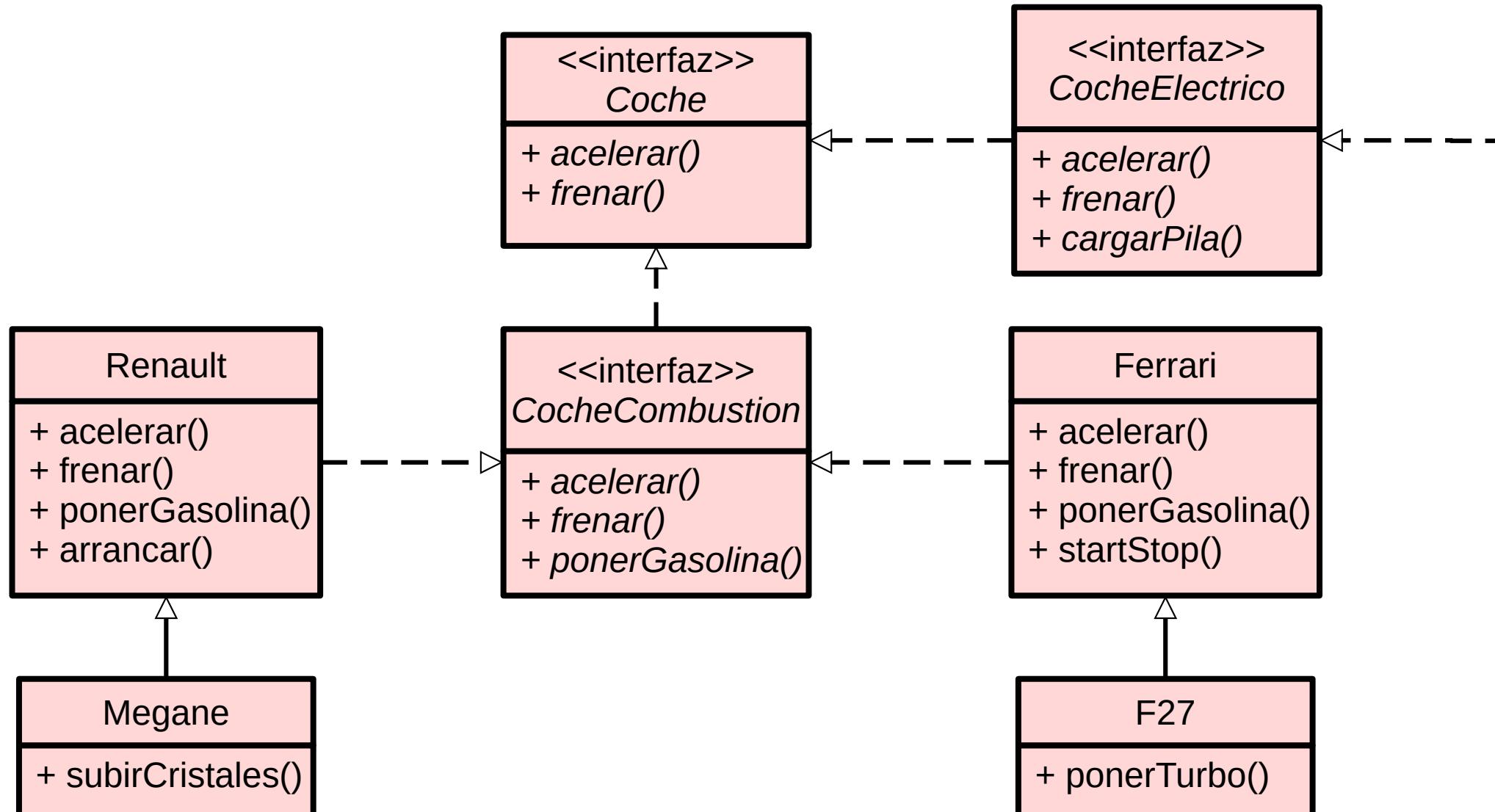
Cualquier llamada a un método de la clase B se comportará como lo haría en A, salvo que se modifique su comportamiento en B.

Cuando la relación de herencia no involucra una interfaz la línea se dibuja continua.



Jerarquías

Jerarquías de clases: un ejemplo



Jerarquías de clases



Principales ventajas de crear jerarquías de clases:

- Especializar abstracciones
- Utilizar el polimorfismo

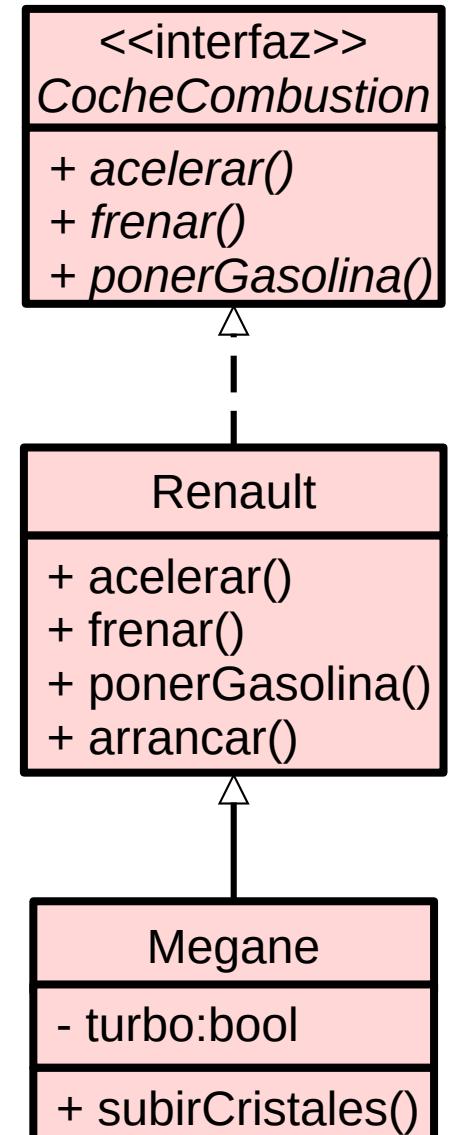
Jerarquías de clases: Especializar abstracciones

Tras heredar siempre se pueden añadir nuevos métodos para especializar la nueva abstracción en algún aspecto.

Si el que hereda es una clase, se puede:

- Añadir nuevas propiedades
- Añadir nuevos métodos
- Implementar algunos o todos los métodos

Si la clase resultante no tiene ningún método implementado se dice que es una **clase abstracta**.



Jerarquías de clases: Polimorfismo



El polimorfismo consiste en permitir utilizar una **misma variable para designar objetos de clases diferentes pero que cumplan la misma interfaz.**

El polimorfismo puede impedir que se sepa en compilación a qué método de qué clase se debe llamar.

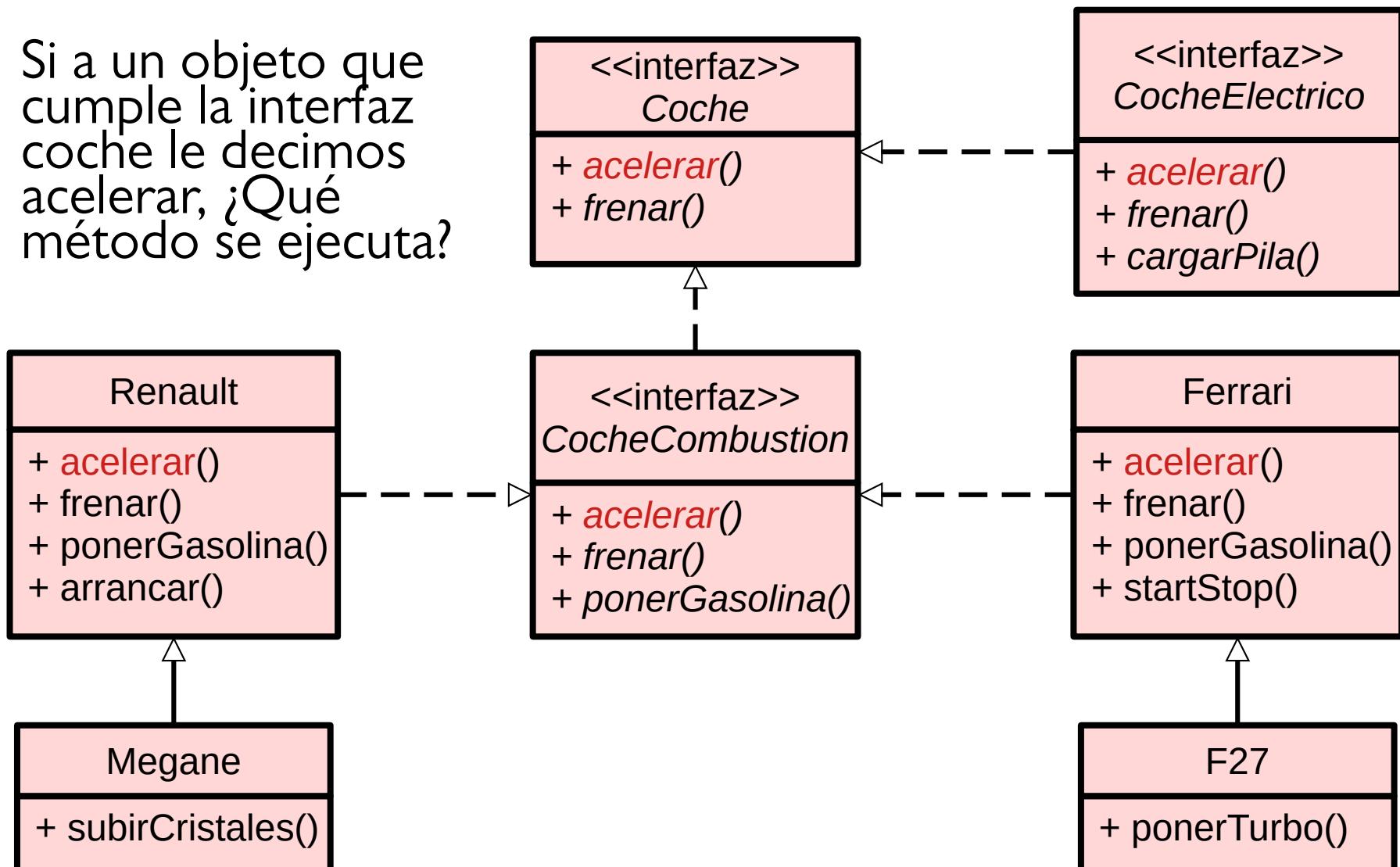
Cuando en compilación se puede determinar la dirección del método se habla de **polimorfismo estático**, y cuando solo es posible determinarla en ejecución se habla de **polimorfismo dinámico**.

El polimorfismo dinámico también se conoce como **transferencia de control indirecto**.

Jerarquías

Polimorfismo: un ejemplo

Si a un objeto que cumple la interfaz coche le decimos acelerar, ¿Qué método se ejecuta?



Modularidad

La posibilidad de un lenguaje para dividir los programas en módulos.

Definición

A
B
C

La modularidad es la capacidad que permite dividir un programa en **agrupaciones lógicas** de sentencias llamadas **módulos**.

En C++ y en Java el concepto de módulo encuentra soporte a varios niveles.

- Al menor nivel cada módulo se corresponde a un **fichero**. Así, los ficheros se pueden escribir y compilar de manera separada.
- Las bibliotecas aportan un segundo nivel de modularidad a C++. Mientras, en otros lenguajes, como Java, se ha creado el concepto de **paquete** que permite un número ilimitado de niveles de modularidad aprovechando el concepto de directorio.
- También suele utilizarse el concepto de **componente** y de programa como módulos que tienen una funcionalidad completa e independiente.

Ventajas de la modularidad

A
B
C

Las ventajas que ofrece la modularidad son:

- Facilidad de **mantenimiento, diseño y revisión**. Al dividir el programa se facilita que varias personas puedan desarrollar de manera simultánea e independiente conjuntos disjuntos de módulos.
- Aumento de la **velocidad de compilación**. Los compiladores suelen compilar por módulos. Esto significa que el cambio de un módulo solo implica la recompilación del módulo y de los que dependan de él, pero no la del total de módulos.
- Mejora en la **organización** y en la **reusabilidad**, ya que es más fácil localizar las abstracciones similares si se encuentran agrupadas de una manera lógica.

Cómo diseñar los módulos



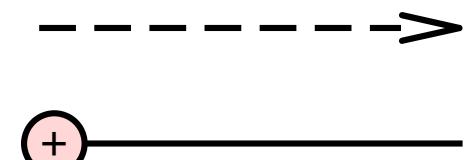
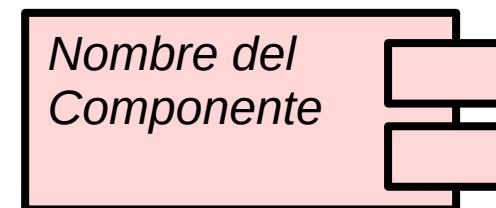
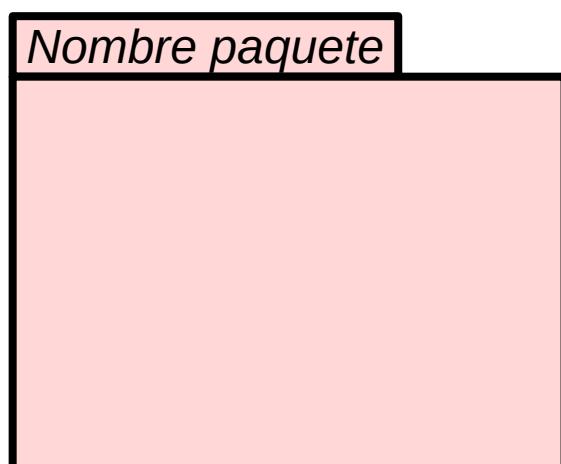
A la hora de diseñar los módulos debe tenerse en cuenta:

- Maximizar la **coherencia**. Agrupar en un mismo módulo las abstracciones relacionadas lógicamente.
- Minimizar las **dependencias** entre módulos. Que para compilar un módulo no se necesite compilar muchos otros.
- Controlar el **tamaño** de los módulos. Módulos pequeños aumentan la desorganización, módulos muy grandes aumentan los tiempos de compilación y reducen su manejabilidad.

Representación en UML

En UML los paquetes se representan en los Diagramas de Paquetes mediante unos rectángulos que se asemejan a carpetas. Estas carpetas se etiquetan con el nombre del paquete.

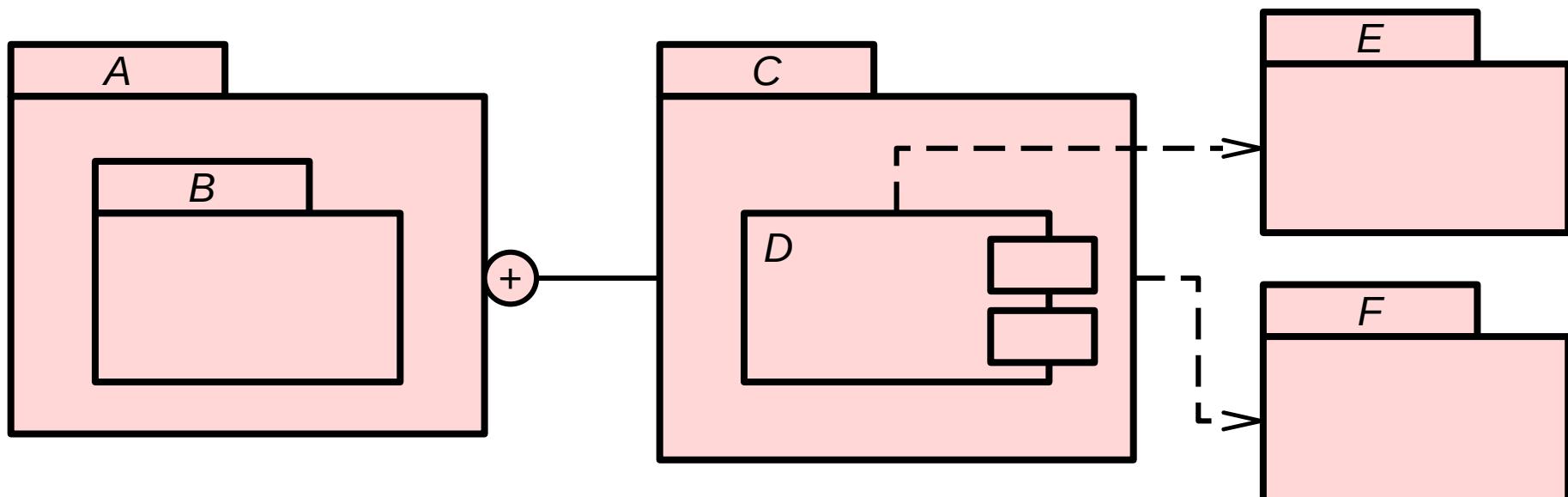
Los componentes y los programas se representan utilizando unas cajas decoradas con dos cajas en su interior. Entre paquetes se pueden dar relaciones de asociación y dependencia.



Modularidad

Representación en UML

- El paquete A contiene los paquetes B y C.
- D es un componente del paquete C
- El paquete C usa o depende del paquete F
- El componente D usa o depende del paquete E



Otras características habituales en POO

El tipado, la concurrencia o la persistencia son otras características que habitualmente encontramos en los lenguajes de POO.

Definición



Un tipo es una **caracterización precisa** asociada a un conjunto de datos. La asociación del tipo a un dato se conoce como tipado.

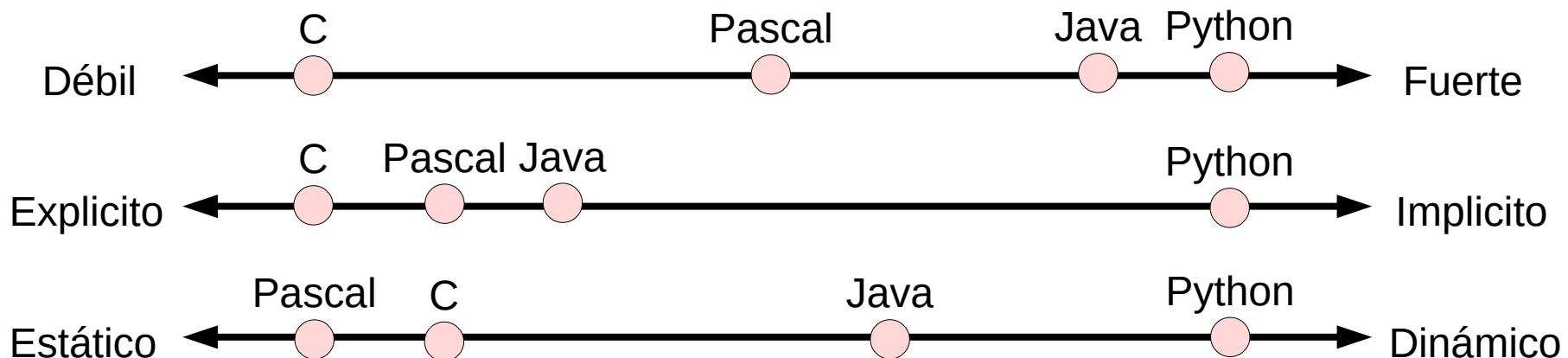
El tipado refuerza las decisiones de diseño, impidiendo que se **confundan abstracciones** diferentes y dificultando que puedan utilizarse abstracciones de maneras no previstas.

En lenguajes como Java, **cada abstracción define un tipo**.

Clasificación de tipados

El tipado de un lenguaje se puede clasificar como:

- Débil o fuerte.- Si se puede, o no, cambiar el tipo de un dato.
- Explícito o implícito.- Si hay que declarar el tipo de las variables o no.
- Estático o dinámico.- Si conociendo el tipo de una variable se puede deducir qué código se ejecutará o no.



Tipado

Tipado explícito, débil y dinámico en C



```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

void fun1(int c) {
    printf("Resultado = %d", c);
}

void fun2(int c) {
    printf("Result = %d", c);
}

main() {
    float a = 25.0;
    void *b = &a;
    int *c = (int*) b;
    void (*fun_ptr)(int) = rand()>0.5?&fun1:&fun2;
    (*fun_ptr)(*c);
}
```

Débil, porque el dato apuntado por a (de tipo float) lo puedo apuntar desde c (de tipo entero).

Explícito, porque hay que declarar el tipo de cada variable.

Dinámico porque en tiempo de compilación no sabemos qué función se llamará el puntero a función.

> Resultado = 1103626240

Tipado

Tipado implícito, fuerte y dinámico en Python



```
>>> a = 24.0
>>> type(a)
<type 'float'>
>>> b = len(a)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: object of type 'float' has no len()
>>> a*"Jose"
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: can't multiply sequence by non-int of type 'float'
>>> d = random.choice([2,3.5])
>>> type(d)
```

Fuerte, porque no hay forma de cambiar el tipo de un dato.

Dinámico porque en tiempo de compilación no sabemos que tipo tendrá d.

Implícito, porque no hay que declarar el tipo de las variables.

Tipado

Tipado: casting, coerción y conversión

Se suele hablar de **casting** cuando se asigna un dato de un tipo a una variable de otro tipo.

En realidad casting se puede referir a dos operaciones diferentes:

- **Coerción**.- Se interpreta el valor de un dato de acuerdo a un tipo sin realizar ninguna otra operación.
- **Conversión**.- Se ejecuta una función que transforma un dato de un tipo a otro de manera coherente (algunas veces de forma implícita).

```
main() {
    float a = 25.0;
    void *b = (void*) &a;
    int *c = (int*) b;

    printf("Pos a: %p\n", (void*)&a);
    printf("Pos b: %p\n", (void*)b);
    printf("Pos c: %p\n", (void*)c);

    printf("Val a: %f\n", a);
    printf("Coerción c: %d\n", *c);
    printf("Conversion a: %d\n", (int)a);
}
```

Pos a: 0x7ffd87032a6c
Pos b: 0x7ffd87032a6c
Pos c: 0x7ffd87032a6c
Val a: 25.000000
Coerción c: 1103626240
Conversion a: 25

Concurrencia

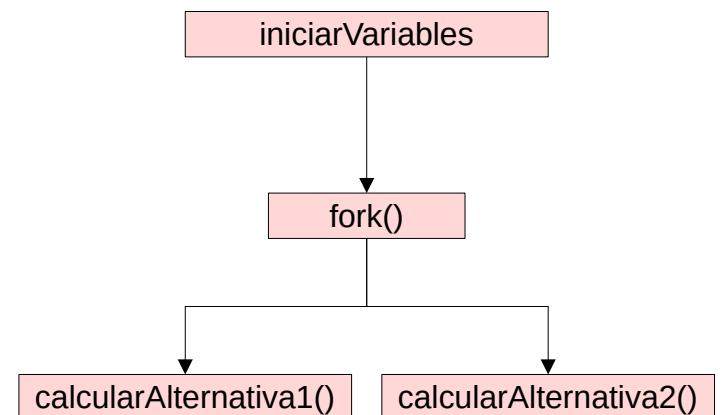
Definición



La concurrencia es la capacidad que permite la ejecución simultánea de varias secuencias de instrucciones. La concurrencia permite que un programa tenga varios puntos de ejecución simultáneamente.

Clásicamente, los lenguajes de programación no daban soporte a la concurrencia sino que era proporcionada por los sistemas operativos.

En Unix la concurrencia se consigue con la invocación de una función del sistema operativo llamada **fork** que divide la línea de ejecución, creando múltiples líneas de ejecución (también conocidas como hilos o threads).



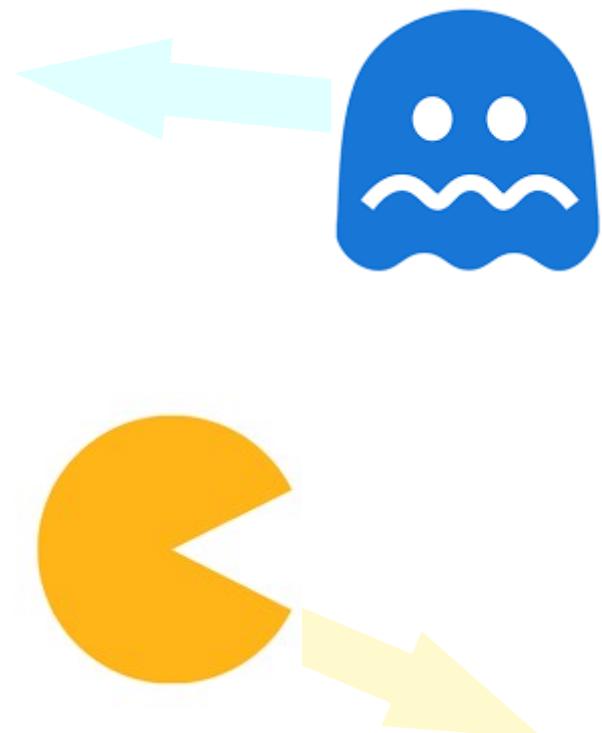
Concurrencia

La concurrencia en los lenguajes de POO



Los lenguajes de POO pueden dar soporte a la concurrencia de una manera natural haciendo que un objeto se pueda ejecutar en un thread separado. A tales objetos se les llama **objetos activos**, frente a los pasivos que no se ejecutan en threads separados.

Java da soporte a la concurrencia creando hilos al crear ciertos objetos, aunque en el caso de Java el hilo puede ejecutar luego código que esté en otros objetos.



Persistencia

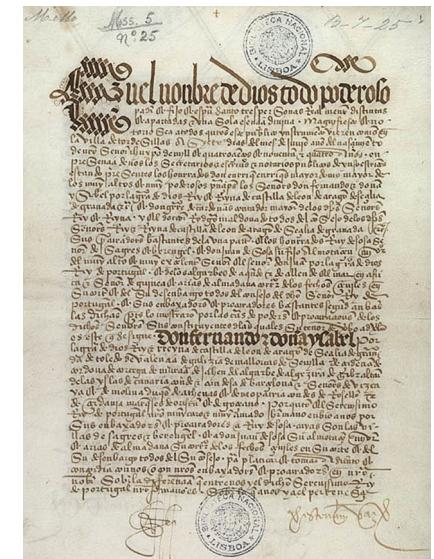
Definición

La persistencia es la capacidad que permite que la existencia de los datos trascienda en el tiempo y en el espacio.

En relación con su tiempo de vida, los datos se pueden catalogar en:

- **Expresiones**, con una vida inferior al de una línea de código.
- **Variables locales**, cuya vida se circumscribe a una función.
- **Variables globales**, que viven mientras se ejecuta un programa.
- Datos que persisten de una **ejecución** a otra.
- Datos que sobreviven a una **versión** de un programa.
- Datos que sobreviven cuando ya **no existen los programas**, sistemas operativos e incluso ordenadores que los crearon.

Los lenguajes de POO suelen dar soporte a todos usando ficheros y bases de datos.



Persistencia

Ejemplo

```
const capacity = 13;

type Stack = record
    top: 0 .. capacity;
    content: array [1 .. capacity] of string[7]
end;

procedure Init (var s: Stack);
begin
    s.top := 0
end;

function Size (s: Stack): integer;
begin
    Size := s.top
end;

function Empty (s: Stack): boolean;
begin
    Empty := (s.top=0)
end;

procedure Push (var s: Stack; x: string[7]);
begin
    ASSERT(s.top < capacity);
    s.top := s.top + 1;
    s.content[s.top] := x
end;

procedure Pop (var s: Stack; var x: string[7]);
begin
    ASSERT( s.top>0 );
    x := s.content[s.top];
    s.top := s.top - 1
end;

procedure storeStack(var s: Stack);
begin
    ??????????????
end;

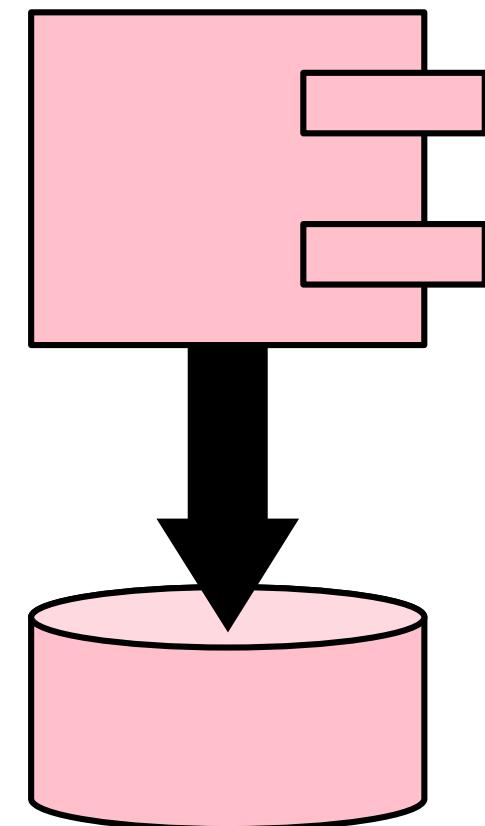
function loadStack (fileName: string): Stack
begin
    ??????????????
end;
```

Persistencia

La persistencia en los lenguajes de POO

Un lenguaje de POO con soporte para la persistencia debe **permitir grabar los objetos**, así como la definición de sus clases, de manera que puedan **cargarse más tarde** sin ambigüedad, incluso en otro programa distinto al que lo ha creado.

Java da cierto nivel de soporte a la persistencia de una clase si esta cumple la interfaz **Serializable**.



El ejercicio de la báscula

Un ejercicio para practicar los conceptos presentados.

El ejercicio de la báscula

Planteamiento

Se desea desarrollar un programa para gestionar el uso de una balanza de supermercado como la de la figura por parte de los clientes del supermercado.

- Básicamente, la balanza muestra una pantalla con los diferentes elementos que se podrían pesar.
- El cliente primero sitúa el producto sobre la balanza y luego selecciona uno de los productos que se muestran en pantalla.
- Finalmente, la balanza imprimiría un ticket indicando el tipo de producto, el peso y el precio.



El ejercicio de la báscula

Control del hardware

El fabricante del hardware de la báscula proporciona una clase llamada SiemensAPI que dispone de los siguientes métodos:

- Iniciar: método para iniciar la báscula que recibe una lista de imágenes y con ella crea una tabla que muestra dichas imágenes.
- PrintTicket: método que imprime un ticket con los datos que se le pasan.
- getWeight: método que devuelve el peso del objeto que está situado sobre la balanza mediante un número flotante de precisión doble en kilogramos.
- getProduct(): método que bloquea la ejecución hasta que alguien pulsa la pantalla. En ese momento devuelve un entero con la posición del producto pulsado respecto a la lista que se pasó en el método de iniciar.

SiemensAPI
+ iniciar(ArrayList<Image> productImages)
+ printTicket(product, price, weight)
+ getWeight():double
+ getProduct():int

El ejercicio de la báscula

Preguntas

- a) El sistema debe almacenar en alguna estructura de datos los nombres, precios y pesos de todos los productos. ¿Qué clases propones para ello?
- b) Siempre que la balanza esté en marcha el programa estará esperando a que alguien pulse la pantalla (bloqueado en una llamada al método `getProduct`). Luego, cuando alguien pulse una tecla se buscará el producto pulsado en la estructura de datos para saber su precio, se revisará el peso del artículo sobre la balanza, se calculará el precio y se imprimirá el ticket. ¿Qué objeto podría realizará esta tarea?
- c) ¿Se podría crear un diseño que permita ampliar el listado de productos sin más que añadir imágenes a un directorio y el producto, nombre y precio por kilo, a un fichero de texto?

Referencias

- UML Gota a gota, Martin Fowler, Pearson, 1999 ([libro](#))
- Object-Oriented Analysis and Design, G. Booch, Benjamin Cummings, 1994 ([libro](#))
- El lenguaje Unificado de Modelado, G. Booch, I.. Jacobson y J. Rumbaugh, Addison Wesley 1999 ([libro](#))
- Paradigmas de programación ([wikipedia](#))
- Comparación de los paradigmas de programación ([wikipedia](#))
- Sobre la semántica de la navegabilidad en las asociaciones ([PDF](#))
- OMG - Unified Modeling Language (metamodelo) v 2.5.1 ([PDF](#))