

## ■ 9.1. Concepto de interfaz

Para gestionar la situación descrita en la introducción, podríamos crear la clase abstracta `Animal`, de la que heredarían las clases `Gato` y `Perro`, con el método abstracto `voz()`, pero eso descartaría otras clases que no son animales, pero emiten sonido, como `Persona` o `Piano`.

En Java disponemos de otra forma de expresar una funcionalidad común de algunas clases que no tienen otra relación entre ellas, en este caso las que tienen implementado el método `voz()`. A dichas funcionalidades las definiremos en las **interfaces**. En nuestro ejemplo hablaríamos de la interfaz `Sonido`, que consiste en implementar el método `voz()`. Diremos que las clases `Perro`, `Gato` y `Lobo` implementan la interfaz `Sonido`, ya que, entre sus métodos está `voz()`, mientras que las clases `Caracol` y `Lagartija` no.

### ■■ 9.1.1. Definición de una interfaz

La definición de la interfaz `Sonido` tendría la siguiente forma:

```
interface Sonido {  
    void voz(); //método de la interfaz  
}
```

En la definición aparece el nombre del método, la lista de parámetros de entrada —aquí está vacía— y el tipo devuelto —`void`—. Naturalmente, no se implementa el cuerpo del método, ya que este depende de la clase concreta que implemente `Sonido`.

## ■ ■ 9.1.2. Implementación de una interfaz

Es en la definición de cada clase donde se decide qué hace exactamente `voz()`. Por ejemplo, la clase `Perro` se definiría así:

```
class Perro implements Sonido {  
    public void voz() {
```

```

        System.out.println("|Guau!");
    }
    ... //resto de la implementación de Perro
}

```

Como vemos, cuando una clase implementa una interfaz, la declara en la cabecera con la palabra reservada `implements` seguida del nombre de la interfaz, en nuestro caso, `Sonido`. Con ello estamos declarando que la clase `Perro` implementa la interfaz `Sonido` y que, por tanto, entre sus métodos se encuentra `voz()`. La implementación de un método de una interfaz en una clase tiene que declararse `public`, como hemos hecho en nuestro ejemplo. La definición de la clase `Gato` sería:

```

class Gato implements Sonido {
    public void voz() {
        System.out.println("|Miau!");
    }
    ... //resto de la implementación de Gato
}

```

En cambio, la clase `Caracol` no implementa la interfaz `Sonido` y entre sus métodos no encontraremos la implementación de `voz()`.

En definitiva, cuando una clase declara en su encabezamiento que tiene implementada una interfaz concreta, se está comprometiendo a tener implementadas en su definición todas las funcionalidades de esa interfaz. En caso contrario, el compilador se encargará de mostrar un mensaje de error. Las interfaces, sin embargo, no son instanciables por sí mismas; solo podemos crear objetos de las clases que las implementan.

Vamos a ver ejemplos con las interfaces `Cola` y `Pila`.

## ■ 9.2. Atributos de una interfaz

Una interfaz también puede declarar atributos. Por ejemplo, si queremos llevar la cuenta de las sucesivas versiones de nuestra interfaz `Sonido`, podemos definir el atributo entero `version`. La definición de la interfaz tendría la siguiente forma:

```
interface Sonido {  
    int version = 1;  
    void voz();  
}
```

El atributo `version` se convertirá automáticamente en un atributo de las clases `Gato` y `Perro`, y solo podrá cambiarse en la definición de `Sonido`, pero no en las clases que la implementan, ya que los atributos definidos en una interfaz son `static` y `final` por defecto, sin necesidad de escribirlo explícitamente. Se accede a ellos, solo para lectura, a través del nombre de la interfaz o de una clase que la implemente, pero no desde una instancia. Por ejemplo, si queremos mostrar la versión actual de la interfaz `Sonido`, podemos poner

```
System.out.println(Sonido.version);
```

o bien

```
System.out.println(Perro.version);
```

Una interfaz puede incluso constar solo de atributos. Se pueden usar para añadir un conjunto de constantes compartidas por muchas clases distintas.

## ■ 9.3. Métodos implementados en una interfaz

Hasta ahora solo hemos declarado un método en la interfaz `Sonido`. Pero, en general, una interfaz puede declarar más de uno. Entre ellos puede haber también métodos implementados en la propia interfaz. A los métodos declarados pero no implementados, como `voz()`, se les llama `abstractos`, igual que en las clases abstractas. Los que sí están implementados en la interfaz se llaman *métodos de extensión* y pueden ser tanto estáticos como no estáticos, públicos o privados. A los métodos de extensión no estáticos públicos se les llama *métodos por defecto*.

## ■ ■ 9.3.1. Métodos por defecto

Los métodos por defecto se declaran anteponiendo la palabra reservada `default` y son `public` sin necesidad de especificarlo. Vamos a añadir uno a nuestro ejemplo de los animales. Supongamos que, entre los sonidos de los animales, queremos incluir los ruidos que hacen durmiendo, y que todos emiten el mismo sonido cuando duermen. En este caso podemos incluir, dentro de la interfaz, el método `vozDurmiendo()`, que va a valer para todos los animales. Por tanto, lo implementamos en la misma interfaz.

```
interface Sonido {  
    int version = 1;  
    void voz();  
    default void vozDurmiendo() {  
        System.out.println("Zzz");  
    }  
}
```

Este método, con su implementación, será incorporado por `Perro` y `Gato` automáticamente, y será accesible para todos los objetos de ambas clases.

```
Gato g = new Gato();  
g.vozDurmiendo(); //muestra por pantalla <<Zzz>>  
Perro p = new Perro();  
p.vozDurmiendo(); //también muestra <<Zzz>>
```

No obstante, `vozDurmiendo()` se puede reimplementar en cada clase haciendo overriding de la implementación que se ha hecho en la interfaz. Supongamos que los leones son una excepción entre los animales, y rugen hasta cuando duermen.

```
class Leon implements Sonido {  
    public void voz() {  
        System.out.println("¡Grrrr!");  
    }  
}
```

```
}  
@Overriding //de la implementación en Sonido  
public void vozDurmiendo() {  
    System.out.println("¡Grrrr!");  
}  
... //resto de la implementación de Leon  
}
```

En este caso, el código

```
Leon le = new Leon();  
le.vozDurmiendo();
```

mostraría por consola «¡Grrrr!».

## ■ ■ 9.3.2. Métodos estáticos en una interfaz

En una interfaz también se pueden implementar métodos estáticos. Si no se especifica un modificador de acceso, son `public`. Estos métodos pertenecen a la interfaz, y no a las clases que la implementan y mucho menos a sus objetos. Por ejemplo, supongamos que todos los animales, sin excepción, emitieran el mismo sonido al bostezar. Entonces podríamos implementar un método estático para los bostezos.

```
interface Sonido {  
    //...  
    static void bostezo() {//public por defecto  
        System.out.println("¡Aaaauuuh!");  
    }  
}
```

Este método será accesible directamente desde la interfaz `Sonido`. Para invocarlo tendremos que escribir

```
Sonido.bostezo();
```

## ■ ■ 9.3.3. Métodos privados

Además de los métodos abstractos, por defecto y estáticos, que son públicos por defecto, en una interfaz se pueden implementar métodos privados anteponiendo el modificador `private`. Pueden ser tanto estáticos como no estáticos y no son accesibles fuera del código de la interfaz. Estos métodos están implementados —no son abstractos— y solo pueden ser invocados por el resto de los métodos no abstractos de la interfaz. En general, son métodos auxiliares para uso interno de otros métodos de la interfaz.



## ■ 9.4. Herencia

Las interfaces pueden heredar unas de otras, heredando todos los atributos y métodos, salvo los privados, y pudiéndose añadir otros nuevos. A diferencia de las clases, una interfaz puede heredar de más de una interfaz —entre las interfaces es posible la herencia múltiple—. Veamos un ejemplo de interfaz que hereda de otra.

A partir de la interfaz `Cola`, podemos definir la interfaz `ColaDoble`, que añade dos métodos nuevos, que encolan en la cabeza y desencolan del final de la cola, justo al revés que los métodos originales de `Cola`. Como se trata de añadir miembros nuevos, hacemos que herede de la interfaz `Cola`.

```
interface ColaDoble extends Cola{
    void encolarCabeza(Integer nuevo);
    Integer desencolarFinal();
}
```

Si implementamos la interfaz `ColaDoble` en la clase `Lista`, tendremos que implementar los cuatro métodos: los dos definidos en `Cola` y los dos añadidos en `ColaDoble`. Por tanto, al implementar `ColaDoble`, estaremos implementando también `Cola` de forma automática.

## ■ 9.5. Variables de tipo interfaz

También se pueden crear variables cuyo tipo es una interfaz. Con ellas podremos referenciar cualquier objeto de cualquier clase que la implemente —a ella o a una subinterfaz—.

Por ejemplo, podremos crear la variable de tipo `Sonido`.

```
Sonido son;
```

Con ella es posible referenciar objetos de cualquier clase que implemente `Sonido`.

```
son = new Gato();
```

## La sentencia

```
son.voz();
```

mostrará en la pantalla el mensaje «¡Miau!», ya que se ejecuta el método `voz` implementado en la clase `Gato`. Esa misma variable puede referenciar a un objeto `Perro`.

```
son = new Perro();
```

con lo cual la misma sentencia

```
son.voz();
```

escribirá «¡Guau!», que es el mensaje implementado en la clase `Perro`.

Este es otro ejemplo de selección dinámica de métodos. La misma línea de código produce efectos distintos —ejecuta métodos distintos—, dependiendo del objeto referenciado por la variable `son`. Se decide en tiempo de ejecución qué implementación concreta del método se va a ejecutar.

Es importante señalar que cuando usemos una variable de tipo `Sonido` para referenciar un objeto de la clase `Perro`, solo tendremos acceso a los métodos que pertenezcan a la interfaz `Sonido` y a los heredados de `Object`, pero no a los otros métodos implementados en la clase `Perro`. De esta forma, el objeto se manifestará exclusivamente como un objeto que emite un sonido. Esto va a ocurrir con todas las variables de tipo interfaz. Volviendo al ejemplo de la interfaz `Cola` implementada en la clase `Lista` (Actividad resuelta 9.1), si creamos una lista y la referenciamos con una variable de tipo `Cola`, veremos que, con esa variable, solo podemos acceder a los métodos `encolar()` y `desencolar()` (aparte de los heredados de la clase `Object`, que siempre son accesibles para cualquier objeto de cualquier clase) y no al resto de los miembros de la clase `Lista`. De ahí el nombre de interfaz: a través de ella, «vemos» la lista como una cola «pura».

```
Cola c = new Lista();  
c.encolar(5);  
System.out.println(c.desencolar()); //muestra un 5
```

Al escribir el punto después de la `c`, NetBeans despliega un menú con los métodos accesibles, entre los que solo figuran los de `Cola` y los heredados de `Object`.

---

## ■ 9.6. Clases anónimas

Lo más común es que las interfaces sean implementadas por clases, de las que luego se crearán diversos objetos. Sin embargo, hay ocasiones en que una determinada implementación de una interfaz es necesaria en un solo lugar. Cuando ocurre eso, no merece la pena definir una clase nueva para crear un solo objeto del que solo interesan las funcionalidades de la interfaz.

En estos casos, podemos crear sobre la marcha, en el mismo lugar del código donde se va a usar, un objeto de una clase sin nombre, es decir, anónima, en la que se implementan los métodos de la interfaz que nos interesa. Como no dispondremos de nombre para la clase, tampoco lo tendremos para el constructor. Por eso se usa uno con el nombre de

la interfaz. Asimismo, el objeto será referenciado por una variable del tipo de la interfaz. Como ejemplo, crearemos una clase anónima que implemente la interfaz `Sonido`. Imaginemos que alguien ha encontrado un animal de una especie desconocida, que emite un extraño ruido. Mientras se identifica o no, para describir su sonido crearemos un objeto de una clase anónima que implementa la interfaz `Sonido`.

```
Sonido son = new Sonido() {  
    public void voz() {  
        System.out.println("¡Jajejijojuuuu!");  
    }  
}; //hasta aquí hemos escrito una sentencia, terminada en punto y coma  
son.voz();
```

Por pantalla obtendremos el mensaje «¡Jajejijojuuuu!». En realidad, no hemos definido ninguna clase. Lo que hemos hecho es crear un objeto sin clase, que nos permite describir el sonido que emite, aunque es costumbre hablar de clases anónimas. Además, todo esto se implementa en una línea de código ejecutable, no en una clase ni archivo aparte. Por eso se dice que su definición es local. Vamos a ver un ejemplo algo más útil.

## Actividad resuelta 9.5

Implementar un programa en el que, usando una Cola anónima, se encolan números enteros hasta que se introduce un valor negativo. Luego se desencolan todos los valores mostrándolos por pantalla.

## 9.7. Acceso entre miembros de una interfaz

Es importante destacar que, dentro de una interfaz, todos los métodos `default` y `private` tienen acceso entre ellos y, a su vez, pueden acceder a los métodos abstractos. No olvidemos que estos últimos son invocados a través de un objeto de alguna clase (aunque esta sea anónima), donde ya están implementados. Veamos un ejemplo con la interfaz `Cola`.

### Actividad resuelta 9.6

Implementar, en la interfaz `Cola`, el **método** `encolarMultiple()`, que encole un mismo elemento varias veces seguidas.

#### Solución

*/\*Será un método por defecto, que se limitará a llamar varias veces al método abstracto `encolar()`. La interfaz quedará, \*/*

```
public interface Cola {  
    void encolar(Integer nuevo); //método abstracto  
    Integer desencolar(); //idem  
    default void encolarMultiple(Integer nuevo,int repeticiones){  
        for (int i = 0; i < repeticiones; i++) {  
            encolar(nuevo); //a implementar en la clase  
        }  
    }  
}
```

## 9.8. Sintaxis general

La sintaxis general de la definición de una interfaz tiene la siguiente forma:

```
tipoDeAcceso interface NombreInterfaz {  
    //atributos: son public, static y final por defecto:  
    tipo atributo1 = valor1;  
    //...resto atributos  
  
    //métodos abstractos, sin implementar:  
    tipo metodo1(listaParámetros1);  
    //...resto métodos abstractos  
  
    //métodos static, implementados:  
    static tipo metodoEstatico1(listaParámetros1) {  
        //...cuerpo de metodoEstatico1  
    }  
}
```



```

}
//...resto métodos estáticos

//métodos por defecto, implementados:
default tipo metodoDefault1(listaParámetros1) {
    //...cuerpo de metodoDefault 1
}
//...resto métodos por defecto

//métodos privados, solo accesibles dentro de la interfaz
private tipo metodoPrivado1(listaParámetros1) {
    //...cuerpo de metodoPrivado1
}
//...resto métodos privados
}

```

Si se omite `tipoDeAcceso`, el acceso a la interfaz está restringido al paquete en el que está incluida. Si es `public`, la interfaz podrá ser importada desde otro paquete mediante una sentencia `import`.

Una clase puede implementar más de una interfaz, para lo cual deberá declararlas, separadas por comas, en el encabezamiento, e implementar todos los métodos abstractos de cada una de ellas. En general, la declaración de una clase que implementa una o más interfaces tiene la siguiente forma:

```

tipoDeAcceso class NombreClase implements Interfaz1, Interfaz2,...{
    ...
}

```

Cuando una clase implementa varias interfaces, puede haber algún método declarado en más de una de ellas con el mismo nombre y la misma lista de parámetros —el tipo devuelto tendría que ser también el mismo automáticamente; si no, daría error de compilación—. En este caso, en la clase se hará una única implementación del método.

En general, decimos que una clase implementa una interfaz si tiene implementados todos sus métodos abstractos, como hemos hecho en nuestros ejemplos. Sin embargo, se puede dejar alguno sin implementar con tal de que la clase se declare como abstracta.

Cuando una interfaz hereda de otra u otras, su definición tendrá la siguiente forma:

```
interface nombreInterfaz extends superInterfaz1, superInterfaz2,...{  
    //_definición de la interfaz  
}
```

## ■ 9.9. Un par de interfaces de la API

En programación hay operaciones tan necesarias y tan frecuentes, que merecen entrar a formar parte de las interfaces de la API. Una de esas operaciones es la de comparar valores para buscar u ordenar objetos. Con este fin, los desarrolladores de Java han implementado un par de interfaces, `Comparable` y `Comparator`. Las estudiamos aquí a modo de ejemplo. Además, las vamos a usar frecuentemente a partir de ahora.

## ■ ■ 9.9.1. Interfaz Comparable

Cuando queramos establecer un criterio de comparación natural o por defecto entre los objetos de una clase, haremos que implemente la interfaz `Comparable`, que consta de un único método abstracto,

```
int compareTo(Object ob);
```

Este método será el encargado de establecer un criterio de ordenación entre los objetos de la clase. Para comparar dos objetos `ob1` y `ob2` de una determinada clase que implemente `Comparable`, escribiremos

```
ob1.compareTo(ob2)
```

que devolverá un número entero.

Si en una ordenación el objeto `ob1` debe ir antes que el objeto `ob2`, el método devolverá un número negativo; si debe ir después, devolverá un número positivo, y si deben ser iguales a efectos de ordenación, devolverá un cero.

- `ob1.compareTo(ob2) < 0` si `ob1` va antes que `ob2`.
- `ob1.compareTo(ob2) > 0` si `ob1` va después que `ob2`.
- `ob1.compareTo(ob2) = 0` si `ob1` es igual que `ob2`.

Veámoslo con un ejemplo de los socios de una biblioteca.

## Actividad resuelta 9.7

Implementar la interfaz `Comparable` en la clase `Socio` para que, por defecto, se ordene según los números de identificación —`id`— crecientes.

### Solución

Si observamos la implementación de `compareTo()`, llama la atención el cast `Socio` aplicado al parámetro `ob` como ya hicimos con el método `equals()` de la clase `Object`, que vimos en la unidad dedicada a las clases. La razón es que, para que la interfaz sea útil para cualquier clase de Java, su parámetro de entrada debe ser de la clase `Object`, que es la más general posible. Esto obliga a que, en el cuerpo de definición del método, haya que aplicarle un cast que le diga al compilador que, en realidad, es un objeto `Socio`, y permita acceder así al atributo `id`. En la implementación del método, el `id` del objeto que llama a `compareTo()` es accesible directamente, ya que estamos accediendo al atributo desde el código del propio objeto (`this`) que hace la llamada. En cambio, `ob` es una referencia a un objeto externo, de tipo `Object`, que se le pasa como parámetro, y para acceder a su `id` deberemos poner el cast delante.

En casos como este, en que se usa un atributo de tipo numérico en la comparación, hay una implementación mucho más sencilla:

```
int compareTo(Object ob) {  
    return id - ((Socio)ob).id;  
}
```

Debemos tener en cuenta que el número positivo —o negativo— devuelto no tiene por qué ser 1 o -1. Lo que importa es si es positivo, negativo o 0.

### Actividad propuesta 9.3

Verifica que, para comparar números enteros, son equivalentes las dos implementaciones propuestas con los `id` de los socios.

Vamos a aplicar todo esto a la comparación de dos objetos `Socio`.

```
Socio s1 = new Socio(3, "Anselmo", "11-07-2002");  
Socio s2 = new Socio(1, "Josefa", "21-11-2001");  
int resultado = s1.compareTo(s2);  
System.out.println(resultado);
```

Se mostrará por pantalla un número positivo, ya que `s1` iría después de `s2` en una ordenación por número `id`. En cambio, si la tercera línea fuera

```
int resultado = s2.compareTo(s1);
```

aparecería un número negativo.

La interfaz `Comparable` ha sido creada por los desarrolladores de Java y la reconocen otras clases de la API. Entre ellas, la clase `Arrays`, donde se implementa el método `sort()`, que sirve para ordenar una tabla. Por ejemplo, si declaramos e inicializamos la tabla de números enteros

```
int[] tabla = {5, 3, 6, 9, 3, 4, 1, 0, 10};
```

la sentencia

```
Arrays.sort(tabla);
```

ordena la tabla `tabla` por el orden natural de sus elementos que, en el caso de los números enteros, es el orden creciente.

Es importante tener en cuenta que el método `sort()` no devuelve una copia ordenada de `tabla`, sino que ordena la tabla original. Si queremos mostrarla sin necesidad de un bucle que la recorra, podemos recurrir a otro método de la clase `Arrays`

```
System.out.println(Arrays.toString(tabla));
```

que mostrará por pantalla

```
[0, 1, 3, 3, 4, 5, 6, 9, 10]
```

En este ejemplo hemos usado `sort()` en una tabla cuyos elementos son de un tipo primitivo, pero también sirve para ordenar una tabla de objetos de cualquier clase, con tal de que esta tenga implementada la interfaz `Comparable`. Usará el orden natural de la clase, es decir, el establecido por el método `compareTo()`. A continuación se muestra un ejemplo: vamos a crear una tabla de objetos `Socio` que, de paso, inicializaremos de una forma nueva:

```
Socio[] t = new Socio[]{  
    new Socio(2, "Ana", "07-12-1995"),  
    new Socio(5, "Jorge", "20-01-2002"),  
    new Socio(1, "Juan", "06-05-2004")  
};
```

Para ordenarlos utilizaremos el método `sort()`, ya que `Socio` tiene implementada la interfaz `Comparable` que, como acabamos de ver, se basa en el atributo `id` creciente, escribiremos:

```
Arrays.sort(t);
```

Podemos mostrar la tabla ya ordenada usando la sentencia

```
System.out.println(Arrays.deepToString(t));
```

donde, en lugar de `toString()`, válido para tablas de tipos primitivos, hemos utilizado `deepToString()` que sirve para tablas de objetos. Este método llamará al método



`toString()` que hayamos implementado en la clase `Socio` para mostrar los objetos individuales.

Se obtendrá por pantalla:

```
[Id: 1 Nombre: Juan Edad: 16  
  , Id: 2 Nombre: Ana Edad: 24  
  , Id: 5 Nombre: Jorge Edad: 18  
]
```

Las edades variarán con la fecha en que se ejecute el programa.

Muchas clases de la API de Java, como la clase `String`, traen implementada la interfaz `Comparable`, con lo cual podemos comparar sus objetos y ordenarlos con el método `sort()`. En particular, las cadenas se comparan siguiendo el orden alfabético creciente.

Cuando se hacen búsquedas y ordenaciones de objetos de una clase definida por nosotros, además de la interfaz `Comparable`, debemos implementar el método `equals()`. Ambos identifican cuándo dos objetos son iguales —`compareTo()` devuelve 0 y `equals()` devuelve `true`—. Para evitar conflictos, debemos asegurarnos de que ambos resultados sean consistentes, es decir, que identifiquen como iguales las mismas parejas de objetos.

## Actividad resuelta 9.8

Cambiar la implementación de la clase `Socio` para que su criterio de ordenación natural sea por orden alfabético creciente de nombres.

### Actividad propuesta 9.4

Crea e inicializa una tabla de socios, ordénala por orden alfabético de nombres y muéstrala por consola.

## 9.9.2. Interfaz Comparator

La interfaz `Comparable` proporciona un criterio de ordenación natural, que es el que usan por defecto los distintos métodos de la API, como `sort()`. Pero es frecuente que tengamos que ordenar los objetos de la misma clase con distintos criterios en el mismo programa. Por ejemplo, puede ser que necesitemos un listado de objetos `Socio` por orden alfabético de nombres, o por edades, en sentido creciente o decreciente. Para resolver

este problema existe la interfaz `Comparator`, definida también en la API. Antes de usarla habrá que importarla con la sentencia:

```
import java.util.Comparator;
```

Esta interfaz tiene un único método abstracto:

```
int compare(Object ob1, Object ob2)
```

Recibe como parámetros dos objetos que queremos comparar para determinar cuál va antes y cuál después en un proceso de ordenación. Devuelve un entero, que será negativo si `ob1` va antes de `ob2`, positivo si va después y cero si son iguales. Llamamos *comparador* a cualquier objeto de una clase que implemente la interfaz `Comparator`. Necesitaremos una clase de comparadores distinta para cada criterio de comparación que queramos emplear con objetos de una clase determinada. Pero, a diferencia de la interfaz `Comparable`, `Comparator` no se implementa en la clase de los objetos que queremos ordenar —en nuestro caso, `Socio`—, sino en una clase específica, cuyos objetos llamaremos *comparadores*. Por cada criterio de comparación adicional para la clase `Socio`, definiremos una nueva clase de comparadores.

Por ejemplo, si queremos ordenar una tabla de socios por orden creciente de edad manteniendo como orden natural el atributo `id`, implementaremos una clase comparadora para el atributo `edad`.

```
import java.util.Comparator;
public class ComparaEdades implements Comparator {
    @Override
    public int compare(Object ob1, Object ob2) {
        return ((Socio)ob1).edad()-((Socio)ob2).edad();
    }
}
```

Igual que ocurre con la interfaz `Comparable`, `Comparator` se ha diseñado para que sirva para comparar objetos de cualquier clase. Por eso los parámetros de entrada son de tipo `Object`. Esto obliga a usar el cast correspondiente, en este caso (`Socio`).

Los métodos de ordenación de la API de Java, por ejemplo el método `sort()`, están sobrecargados y admiten como parámetro adicional un comparador que les diga el criterio de ordenación que deben emplear. Como ejemplo vamos a reordenar la lista de socios por orden de edades crecientes.

Empezamos por crear un objeto comparador de edades

```
ComparaEdades c = new ComparaEdades();
```

que pasaremos al método `sort()` como argumento, junto con la tabla que queremos ordenar,

```
Arrays.sort(t, c);
```

Para mostrar la tabla ordenada escribimos

```
System.out.println(Arrays.deepToString(t));
```

obteniéndose por pantalla

```
[Id: 1 Nombre: Juan Edad: 16  
 , Id: 5 Nombre: Jorge Edad: 18  
 , Id: 2 Nombre: Ana Edad: 24  
 ]
```

En vez de declarar la variable `c`, podríamos haber creado el comparador en la propia llamada al método `sort()`

```
Arrays.sort(t, new ComparaEdades());
```

Otra opción, en caso de que se vaya a hacer la ordenación una sola vez, es crear una clase anónima en la llamada al método `sort()`:

```
Arrays.sort(t, new Comparator() {  
    public int compare(Object ob1, Object ob2) {  
        return ((Socio) ob1).edad - ((Socio) ob2).edad;  
    }  
});
```

## Actividad propuesta 9.5

Define una clase comparadora que ordene los socios por orden alfabético de nombres.

Cuando queramos una ordenación en sentido decreciente, basta cambiar el signo del valor devuelto en el método `compare()` o `compareTo()`. Sin embargo, la interfaz `Comparator` lleva implementado el método por defecto,

```
default Comparator reversed()
```

que, invocado por un objeto comparador, devuelve otro con el criterio de comparación invertido.

## Actividad resuelta 9.9

A partir del comparador de `Socios` basado en las edades crecientes, obtener otro que los ordene según edades decrecientes.

### Solución

```
//En el programa principal, creamos un objeto comparador para edades crecientes,  
Comparator c1 = new ComparaEdades();  
//Para ordenar en sentido decreciente, obtenemos c2, el comparador inverso de c1,  
Comparator c2 = c1.reversed();  
//Ahora podemos ordenar una tabla de socios en orden decreciente de edad con,  
Arrays.sort(tablaSocios, c2);
```

## Actividad resuelta 9.10

Implementar una clase comparadora que permita ordenar números enteros en sentido decreciente. Crear una tabla de 20 números aleatorios comprendidos entre 1 y 100 y ordenarla en sentido decreciente.

---

En clases más complejas, con más atributos, podrá haber más criterios posibles de ordenación. Para cada uno de ellos habría que definir una clase comparadora específica.

La ordenación no es la única operación que precisa de un criterio de comparación. Cuando una tabla está ordenada, podemos hacer búsquedas rápidas, aprovechando el orden, por medio del método `binarySearch()`, que está implementado en la clase `Arrays`, igual que `sort()`. Para ello es indispensable que ambos métodos trabajen con el mismo criterio de ordenación. Por defecto, este criterio será el natural, implementado en la interfaz `Comparable`. Por ejemplo, si ordenamos una tabla `t` de números enteros por medio de la sentencia

```
Arrays.sort(t);
```

la tabla quedará ordenada en orden natural (creciente) y podremos buscar el índice del valor 10 en la tabla escribiendo

```
int índice = Arrays.binarySearch(t,10);
```

Pero si la ordenamos en orden decreciente por medio de un objeto comparador de la clase `ComparaEnterosInverso`, implementado en la Actividad resuelta 9.10, escribiremos:

```
Arrays.sort(t, new ComparaEnterosInverso());
```

Para buscar el valor 10, tendremos que pasar al método de búsqueda un argumento adicional con el mismo comparador:

```
int índice = Arrays.binarySearch(t, 10, new ComparaEnterosInverso());
```

En resumen, cuando en una aplicación tenemos que comparar objetos de una clase con distintos criterios, tanto si es para ordenarlos como para hacer búsquedas binarias, definimos un criterio de ordenación natural —por defecto— a través de la interfaz `Comparable`, y añadimos el resto de los criterios de ordenación con clases comparadoras, es decir, que implementen la interfaz `Comparator`.

## Actividad resuelta 9.11

Implementar la clase `Lista` para almacenar elementos de tipo `Object`.



**9.1. Una interfaz sirve para:**

- a) Almacenar datos numéricos.
- b) Definir una serie de funcionalidades que se implementarán en las clases.
- c) Heredar de una clase abstracta.
- d) Implementar los métodos abstractos de una clase abstracta.

**9.2. Una interfaz puede heredar de:**

- a) Una clase.
- b) Nada. Las interfaces no pueden heredar.
- c) Una o más interfaces.
- d) Una cadena.

**9.3. Un método declarado, pero no implementado, en una interfaz se llama:**

- a) Método estático.
- b) Método abstracto.
- c) Método de cabecera.
- d) Método público.

**9.4. En una interfaz se pueden definir:**

- a) Sólo atributos.
- b) Sólo métodos abstractos.
- c) Atributos, métodos abstractos y métodos no abstractos.
- d) Solo métodos públicos.

**9.5. El criterio de orden natural en una clase es:**

- a) El criterio más lógico.
- b) El criterio implementado en el método `compareTo()`.
- c) El criterio más ecológico.
- d) El criterio implementado en la interfaz `Comparator`.

**9.6. La interfaz `Comparator` se implementa en:**

- a) Una clase que queremos ordenar.
- b) Una clase que queremos comparar con otra.
- c) Una clase cuyos objetos queremos usar para comparar objetos.
- d) Un array.

**9.7. El método `compare()` es invocado por:**

- a) Un objeto que queremos comparar.
- b) Una clase que implementa la interfaz `Comparator`.
- c) Una clase que implementa la interfaz `Comparable`.
- d) Un objeto de una clase que implementa `Comparator`.

**9.8. Si queremos comparar los objetos `s1` y `s2` de la clase `Socio`, usando el criterio de orden natural, escribiremos:**

- a) `comp.compare(s1,s2).`
- b) `s1.compare(s2).`
- c) `s1.compareTo(s2).`
- d) `comp.compareTo(s1, s2).`

**9.9. Las interfaces se parecen a las clases abstractas en que:**

- a) No tienen atributos.
- b) Todos sus métodos son abstractos.
- c) No son instanciables.
- d) Carecen de métodos privados.

**9.10. Las clases anónimas:**

- a) Sirven para crear atributos sin nombres.
- b) Sirven para implementar métodos privados.
- c) Se emplean para heredar de varias clases.
- d) Sirven para implementar interfaces localmente, creando un objeto único, cuya clase no lleva ningún nombre.

- 9.11. Implementar la clase `Lista` para almacenar elementos de tipo `String`.
- 9.12. Definir las interfaces `Cola` y `Pila` para objetos `String` e implementarlos en la clase `Lista` definida en la Actividad de aplicación 9.11.
- 9.13. Diseñar la clase `Futbolista` con los siguientes atributos: dni, nombre, edad y número de goles. Implementar:
- Un constructor y los métodos `toString()` y `equals()` (este último basado en el DNI).
  - La interfaz `Comparable` con un criterio de ordenación basado también en el DNI.
  - Un comparador para hacer ordenaciones basadas en el nombre y otro basado en la edad.
- Crear una tabla con 5 futbolistas y mostrarlos ordenados por DNI, por nombre y por edad.
- 9.14. Añadir a la Actividad de aplicación 9.13 un comparador que ordene los futbolistas por edades y, para aquellos que tienen la misma edad, por nombres.
- 9.15. Implementar la clase `Supercola`, que tiene como atributos dos colas para enteros, en las que se encola y desencola por separado. Sin embargo, si una de las colas queda vacía, al llamar a su método `desencolar`, se desencola de la otra mientras tenga elementos. Solo cuando las dos colas estén vacías, cualquier llamada a `desencolar` devolverá `null`. Escribir un programa con el menú:
1. Encolar en `cola1`.
  2. Encolar en `cola2`.
  3. Desencolar de `cola1`.
  4. Desencolar de `cola2`.
  5. Salir
- Después de cada operación se mostrará el estado de las dos colas para seguir su evolución.

- 9.16. Definir las interfaces `Cola` y `Pila` para objetos `Object` e implementarlos en la clase `Lista` definida en la Actividad resuelta 9.11.
- 9.17. Escribir un programa donde se use una `Lista` para elementos `Object` para encolar y desencolar objetos de distintos tipos, mostrándolos por pantalla.
- 9.18. Repetir la Actividad de aplicación 9.17 con la interfaz `Pila` apilando y desapilando.
- 9.19. Implementar la interfaz `Comparable` en la clase `Socio` para que el criterio de ordenación natural sea de menor a mayor edad.
- 9.20. Repetir Actividad de aplicación 9.19 para que se ordene por edades y, si dos socios tienen la misma edad, vaya antes el que tenga un número de socio menor.
- 9.21. Repetir Actividad de aplicación 9.20 con un criterio que ordene por fechas de nacimiento.
- 9.22. Definir una clase comparadora que ordene los socios por orden alfabético de nombres.
- 9.23. Repetir Actividad de aplicación 9.22 con un orden alfabético de nombres invertido (que empieza por la letra 'z').
- 9.24. Implementar en la clase `Lista` para elementos `Object` las funciones sobrecargadas:
- `void ordenar()`, que ordena la lista con el orden natural de sus elementos.
  - `void ordenar(Comparator c)`, que la ordena con el criterio que establezca `c`. Aquí tendremos que ser muy cuidadosos con que todos los elementos insertados sean del mismo tipo.
- 9.25. Usar la `Lista` Actividad de aplicación 9.24 para insertar cadenas de caracteres y ordenarlos por orden alfabético.
- 9.26. Repetir Actividad de aplicación 9.25 con elementos de tipo `Socio` cuyo orden natural es el de la edad.
- 9.27. Manteniendo el mismo orden natural de la clase `Socio` (por edades), ordenar la lista de socios por orden alfabético de nombres.



- 9.28.** Implementar la clase `Jornada`, cuyos objetos son los datos de cada día de trabajo de los empleados de una empresa. En ella se identificará al trabajador por su DNI y figurarán la fecha y las horas de entrada y salida del trabajo de cada jornada. Un método computará el número de minutos trabajados en la jornada. El criterio de orden natural de las jornadas será el de los DNI, y para igual DNI, el de la fecha de la jornada, con objeto de que aparezcan consecutivas todas las jornadas de cada trabajador. Asimismo implementar el método `toString()` que muestre el DNI del empleado, la fecha y la duración en minutos de las jornadas.
- 9.29.** Usar la clase `Lista` de elementos `Object` para almacenar una serie de jornadas de empleados como las de la Actividad de ampliación 9.28. Una vez insertadas, ordenar la lista y mostrar por pantalla sus elementos.

- 9.30.** Implementar una clase comparadora para ordenar las jornadas de trabajo (ver actividades anteriores) por orden de número de minutos trabajados. Ordenar la lista de la Actividad de ampliación 9.29 por dicho orden y mostrarla por pantalla.
- 9.31.** En una compañía de telecomunicaciones se desean registrar los datos de todas las llamadas de sus clientes. Implementar la clase `Llamada`, que guardará los siguientes datos: número de teléfono del cliente, número del interlocutor, atributo booleano que indique si la llamada es saliente, fecha y hora del inicio de la llamada y del fin, atributo enumerado que indique la zona del interlocutor (suponer cinco zonas con tarifas distintas) y tabla de constantes con las tarifas de las zonas en céntimos de euro/minuto. En la clase se establecerá un orden natural compuesto basado en el número del teléfono del cliente como primer criterio y en la fecha y hora de inicio como segundo criterio. Asimismo, se implementará un método que devuelva la duración en minutos de la llamada y otro que calcule su coste, si es saliente. Por último, implementar el método `toString()`, que muestre los dos números de teléfono, la fecha y hora del inicio, la duración y el coste.
- 9.32.** Utilizar la clase `Lista` para guardar una serie de llamadas. A continuación, ordenarla con el criterio de orden natural y mostrarla por pantalla.
- 9.33.** Implementar una clase comparadora que ordene las llamadas por coste. Usarla para ordenar la lista de la Actividad de ampliación 9.32 y mostrar el resultado por pantalla.
- 9.34.** Las cartas, formadas por un palo y un número, son la base para muchos juegos de azar. Construir las clases necesarias que permitan ordenar una serie de cartas según el palo y el número, o solamente por su número. Asimismo, como el azar es algo ligado a los juegos de cartas, implementar en la clase `Carta` un método estático que construya y devuelva una carta al azar.

**9.35.** Implementar una aplicación para gestionar la información de los empleados y clientes de un banco, teniendo en cuenta que un empleado puede ser, a la vez, cliente del banco. Para ello, crear una única clase `Persona` que implemente las interfaces `Cliente` y `Empleado`. Para simplificar solo se van a tener en cuenta los siguientes atributos:

- Como empleado: número de horas trabajadas en el mes.
- Como cliente: saldo de su cuenta.
- Comunes: DNI (inmutable una vez creado), nombre y dos booleanos que digan si es cliente y/o empleado.

Escribir un programa donde se crea un empleado que es cliente y se incrementa su número de horas trabajadas y su saldo como cliente.

**9.36.** Escribir la interfaz `Funcion` con un único método abstracto:

```
double aplicar(double)
```

Implementar en la clase `Main` el método:

```
static double[] funcionTabla(double[] t, Funcion f)
```

al que se le pasa una tabla de números reales y un objeto cuya clase implementa la interfaz `Funcion`. Devolverá una nueva tabla cuyos elementos son el resultado de aplicar el método `aplicar()`, que se haya definido en `f`, a cada uno de los elementos de la tabla original. Utilizar `funcionTabla()` para calcular la raíz cuadrada de los elementos de una tabla de números reales.