

Introducción al lenguaje Java

Índice

1 Java.....	3
1.1 Certificación Sun / Oracle.....	3
1.2 Recursos adicionales.....	4
2 Conceptos previos de POO.....	4
2.1 Concepto de clase y objeto.....	5
2.2 Concepto de campo, método y constructor.....	5
2.3 Concepto de herencia y polimorfismo.....	5
2.4 Modificadores de acceso.....	6
2.5 Clases abstractas e interfaces.....	6
3 Componentes de un programa Java.....	6
3.1 Clases.....	6
3.2 Campos y variables.....	7
3.3 Métodos.....	7
3.4 Constructores.....	8
3.5 Paquetes.....	9
3.6 Tipo enumerado.....	10
3.7 Modificadores de acceso.....	11
3.8 Otros modificadores.....	12
3.9 Imports estáticos.....	14
3.10 Argumentos variables.....	14
3.11 Metainformación o anotaciones.....	15
3.12 Ejecución de clases: método main.....	15
4 Herencia e interfaces.....	15
4.1 Herencia.....	15
4.2 Punteros this y super.....	16
4.3 Interfaces y clases abstractas.....	17
5 Hilos.....	18
5.1 Creación de hilos.....	18
5.2 Ciclo de vida y prioridades.....	20

5.3 Sincronización de hilos.....	21
6 Clases útiles.....	22
6.1 Object.....	22
6.2 Properties.....	25
6.3 System.....	26
6.4 Runtime.....	27
6.5 Math.....	27
6.6 Otras clases.....	27
7 Estructuras de datos.....	28
7.1 BeanUtils.....	29

1. Java

Java es un lenguaje de programación creado por *Sun Microsystems*, (empresa que posteriormente fue comprada por *Oracle*) para poder funcionar en distintos tipos de procesadores. Su sintaxis es muy parecida a la de C o C++, e incorpora como propias algunas características que en otros lenguajes son extensiones: gestión de hilos, ejecución remota, etc.

El código Java, una vez compilado, puede llevarse sin modificación alguna sobre cualquier máquina, y ejecutarlo. Esto se debe a que el código se ejecuta sobre una máquina hipotética o virtual, la **Java Virtual Machine**, que se encarga de interpretar el código (archivos compilados `.class`) y convertirlo a código particular de la CPU que se esté utilizando (siempre que se soporte dicha máquina virtual).

1.1. Certificación Sun / Oracle

Aunque el resto del curso de Experto está orientado a certificaciones en el ámbito de JEE, este módulo de Java y Herramientas de Desarrollo se basa en las certificaciones para Java básico o estándar. Dichas certificaciones son dos:

- *Oracle Certified Professional Java Programmer* (antes SCJP - *Sun Certified Java Programmer*): http://education.oracle.com/pls/web_prod-plq-dad/db_pages.getpage?page_id=320
- *Oracle Certified Master, Java SE 6 Developer* (antes SCJD - *Sun Certified Java Developer*): http://education.oracle.com/pls/web_prod-plq-dad/db_pages.getpage?page_id=321

Para la primera (**SCJP**), se debe completar un examen. En el caso del certificado para la plataforma Java 1.5, el examen abarca los siguientes apartados generales:

- **Sección 1: Declaraciones, inicializaciones y ámbitos:** evalúa si el alumno es capaz de escribir código que declare clases o interfaces, utilice adecuadamente la estructura de paquetes e imports, utilice código con tipos simples, arrays, objetos estáticos, variables locales, constructores, métodos estáticos y no estáticos, sobrecarga de métodos, etc
- **Sección 2: Control de flujo:** uso de sentencias `if`, `switch`, bucles (`for`, `do`, `while`, `break`, `continue`), manejo y uso de excepciones (`try-catch-finally`), etc
- **Sección 3: Contenidos del API:** uso de wrappers básicos (`Integer`, `Boolean`, etc), entrada/salida de archivos, serialización de objetos para E/S, formato de datos con el paquete `java.text`, y parseo de cadenas mediante expresiones regulares y similares (paquetes `java.util` y `java.util.regex`)
- **Sección 4: Concurrencia:** manejo de hilos (mediante `Thread` y mediante `Runnable`), estados de los hilos, interbloqueos y sincronización
- **Sección 5: Conceptos sobre orientación a objetos:** desarrollo de código que cumpla los requerimientos de encapsulamiento, cohesión y acoplamiento entre clases (muchas

cohesión, poco acoplamiento). Uso del polimorfismo y del casting. Uso de métodos sobrecargados, llamadas a la superclase, etc.

- **Sección 6: Colecciones:** determinar qué tipos de colecciones (listas, hashmaps, etc) utilizar en diferentes supuestos. Comparaciones y ordenaciones entre objetos de una colección, etc
- **Sección 7: Fundamentos:** uso correcto de los modificadores de acceso, declaraciones de paquetes, imports. Seguimiento de trazas. Manejo de referencias a objetos. Uso del recolector de basura... etc

Para la segunda (**SCJD**) es necesario haber obtenido antes la primera certificación (**SCJP**). Después, se deben superar dos pruebas: un supuesto de programación, y un examen.

La primera prueba (el supuesto de programación), consiste en escribir código para implementar una supuesta aplicación para empresa. Se evaluarán aspectos como documentación, diseño orientado a objetos, desarrollo de la interfaz gráfica, interbloqueos, etc.

La segunda prueba (el examen), es una explicación sobre el desarrollo que hayamos hecho en el supuesto de programación anterior, explicando las decisiones principales que hemos tenido que tomar, ventajas y desventajas de las mismas, y justificación de dichas decisiones, en función de los objetivos propuestos para la implementación.

Más información sobre las certificaciones en los enlaces respectivos vistos antes.

1.2. Recursos adicionales

1.2.1. Bibliografía

- **Curso de Java**, Ian F. Darwin, *Ed. Anaya Multimedia, Colección O'Reilly*
- **Java 2 v5.0**, Varios autores, *Ed. Anaya Multimedia, Colección Wrox*
- **Piensa en Java**, Bruce Eckel, *Ed. Prentice Hall*
- **Core Java 2**, Cay Horstmann y Gary Cornell, *Ed. Prentice Hall PTR*
- **Java in a Nutshell**, David Flanagan, *Ed. O'Reilly Media*

1.2.2. Enlaces

- **Web oficial de Java**, <http://www.oracle.com/technetwork/java/index.html>

2. Conceptos previos de POO

Java es un lenguaje orientado a objetos (OO), por lo que, antes de empezara ver qué elementos componen los programas Java, conviene tener claros algunos conceptos de la programación orientada a objetos (POO).

2.1. Concepto de clase y objeto

El elemento fundamental a la hora de hablar de programación orientada a objetos es el concepto de objeto en sí, así como el concepto abstracto de clase. Un **objeto** es un conjunto de variables junto con los métodos relacionados con éstas. Contiene la información (las variables) y la forma de manipular la información (los métodos). Una **clase** es el prototipo que define las variables y métodos que va a emplear un determinado tipo de objeto, es la definición abstracta de lo que luego supone un objeto en memoria.

Poniendo un símil fuera del mundo de la informática, la clase podría ser el concepto de *coche*, donde nos vienen a la memoria los parámetros que definen un coche (dimensiones, cilindrada, maletero, etc), y las operaciones que podemos hacer con un coche (acelerar, frenar, adelantar, estacionar). La idea abstracta de coche que tenemos es lo que equivaldría a la clase, y la representación concreta de coches concretos (por ejemplo, Peugeot 307, Renault Megane, Volkswagen Polo...) serían los objetos de tipo coche.

2.2. Concepto de campo, método y constructor

Toda clase u objeto se compone internamente de constructores, campos y/o métodos. Veamos qué representa cada uno de estos conceptos: un **campo** es un elemento que contiene información relativa a la clase, y un **método** es un elemento que permite manipular la información de los campos. Por otra parte, un **constructor** es un elemento que permite reservar memoria para almacenar los campos y métodos de la clase, a la hora de crear un objeto de la misma.

2.3. Concepto de herencia y polimorfismo

Con la **herencia** podemos definir una clase a partir de otra que ya exista, de forma que la nueva clase tendrá todas las variables y métodos de la clase a partir de la que se crea, más las variables y métodos nuevos que necesite. A la clase base a partir de la cual se crea la nueva clase se le llama superclase.

Por ejemplo, podríamos tener una clase genérica *Animal*, y heredamos de ella para formar clases más específicas, como *Pato*, *Elefante*, o *León*. Estas clases tendrían todo lo de la clase padre *Animal*, y además cada una podría tener sus propios elementos adicionales.

Una característica derivada de la herencia es que, por ejemplo, si tenemos un método `dibuja(Animal a)`, que se encarga de hacer un dibujo del animal que se le pasa como parámetro, podremos pasarle a este método como parámetro tanto un *Animal* como un *Pato*, *Elefante*, o cualquier otro subtipo directo o indirecto de *Animal*. Esto se conoce como **polimorfismo**.

2.4. Modificadores de acceso

Tanto las clases como sus elementos (constructores, campos y métodos) pueden verse modificados por lo que se suelen llamar modificadores de acceso, que indican hasta dónde es accesible el elemento que modifican. Tenemos tres tipos de modificadores:

- **privado:** el elemento es accesible únicamente dentro de la clase en la que se encuentra.
- **protegido:** el elemento es accesible desde la clase en la que se encuentra, y además desde las subclases que hereden de dicha clase.
- **público:** el elemento es accesible desde cualquier clase.

2.5. Clases abstractas e interfaces

Mediante las **clases abstractas** y los **interfaces** podemos definir el esqueleto de una familia de clases, de forma que los subtipos de la clase abstracta o la interfaz implementen ese esqueleto para dicho subtipo concreto. Por ejemplo, volviendo con el ejemplo anterior, podemos definir en la clase *Animal* el método *dibuja()* y el método *imprime()*, y que *Animal* sea una clase abstracta o un interfaz.

Vemos la diferencia entre clase, clase abstracta e interfaz con este supuesto:

- En una **clase**, al definir *Animal* tendríamos que implementar el código de los métodos *dibuja()* e *imprime()*. Las subclases que hereden de *Animal* no tendrían por qué implementar los métodos, a no ser que quieran redefinirlos para adaptarlos a sus propias necesidades.
- En una **clase abstracta** podríamos implementar los métodos que nos interese, dejando sin implementar los demás (dejándolos como métodos abstractos). Dichos métodos tendrían que implementarse en las clases hijas.
- En un **interfaz** no podemos implementar ningún método en la clase padre, y cada clase hija tiene que hacer sus propias implementaciones de los métodos. Además, las clases hijas podrían implementar otros interfaces.

3. Componentes de un programa Java

En un programa Java podemos distinguir varios elementos:

3.1. Clases

Para definir una clase se utiliza la palabra reservada `class`, seguida del nombre de la clase:

```
class MiClase
{
    ...
}
```

Es recomendable que los nombres de las clases sean sustantivos (ya que suelen representar entidades), pudiendo estar formados por varias palabras. La primera letra de cada palabra estará en mayúscula y el resto de letras en minúscula. Por ejemplo, `DatosUsuario`, `Cliente`, `GestorMensajes`.

Cuando se trate de una clase encargada únicamente de agrupar un conjunto de recursos o de constantes, su nombre se escribirá en plural. Por ejemplo, `Recursos`, `MensajesError`.

3.2. Campos y variables

Dentro de una clase, o de un método, podemos definir campos o variables, respectivamente, que pueden ser de tipos simples, o clases complejas, bien de la API de Java, bien que hayamos definido nosotros mismos, o bien que hayamos copiado de otro lugar.

Al igual que los nombres de las clases, suele ser conveniente utilizar sustantivos que describan el significado del campo, pudiendo estar formados también por varias palabras. En este caso, la primera palabra comenzará por minúscula, y el resto por mayúscula. Por ejemplo, `apellidos`, `fechaNacimiento`, `numIteraciones`.

De forma excepcional, cuando se trate de variables auxiliares de corto alcance se puede poner como nombre las iniciales del tipo de datos correspondiente:

```
int i;  
Vector v;  
MiOtraClase moc;
```

Por otro lado, las constantes se declaran como `final static`, y sus nombres se escribirán totalmente en mayúsculas, separando las distintas palabras que los formen por caracteres de subrayado ('_'). Por ejemplo, `ANCHO_VENTANA`, `MSG_ERROR_FICHERO`.

3.3. Métodos

Los métodos o funciones se definen de forma similar a como se hacen en C: indicando el tipo de datos que devuelven, el nombre del método, y luego los argumentos entre paréntesis:

```
void imprimir(String mensaje)  
{  
    ... // Código del método  
}  
  
double sumar(double... numeros){  
    //Número variable de argumentos //Se  
    accede a ellos como a un vector:  
    //numeros[0], numeros[1], ...  
}  
  
Vector insertarVector(Object elemento, int posicion)  
{  
    ... // Código del método  
}
```

Al igual que los campos, se escriben con la primera palabra en minúsculas y el resto comenzando por mayúsculas. En este caso normalmente utilizaremos verbos.

Nota

Una vez hayamos creado cualquier clase, campo o método, podremos modificarlo pulsando con el botón derecho sobre él en el explorador de Eclipse y seleccionando la opción *Refactor > Rename...* del menú emergente. Al cambiar el nombre de cualquiera de estos elementos, Eclipse actualizará automáticamente todas las referencias que hubiese en otros lugares del código. Además de esta opción para renombrar, el menú *Refactor* contiene bastantes más opciones que nos permitirán reorganizar automáticamente el código de la aplicación de diferentes formas.

3.4. Constructores

Podemos interpretar los constructores como métodos que se llaman igual que la clase, y que se ejecutan con el operador `new` para reservar memoria para los objetos que se creen de dicha clase:

```
MiClase()
{
    ... // Código del constructor
}

MiClase(int valorA, Vector valorV)
{
    ... // Código de otro constructor
}
```

No tenemos que preocuparnos de liberar la memoria del objeto al dejar de utilizarlo. Esto lo hace automáticamente el **garbage collector**. Aún así, podemos usar el método `finalize()` para liberar manualmente.

Si estamos utilizando una clase que hereda de otra, y dentro del constructor de la subclase queremos llamar a un determinado constructor de la superclase, utilizaremos `super`. Si no se hace la llamada a `super`, por defecto la superclase se construirá con su constructor vacío. Si esta superclase no tuviese definido ningún constructor vacío, o bien quisiésemos utilizar otro constructor, podremos llamar a `super` proporcionando los parámetros correspondientes al constructor al que queramos llamar. Por ejemplo, si heredamos de `MiClase` y desde la subclase queremos utilizar el segundo constructor de la superclase, al comienzo del constructor haremos la siguiente llamada a `super`:

```
SubMiClase()
{ super(0, new Vector());
  ... // Código de constructor subclase
}
```

Nota

Podemos generar el constructor de una clase automáticamente con Eclipse, pulsando con el botón derecho sobre el código y seleccionando *Source > Generate Constructor Using Fields...* o *Source > Generate Constructors From Superclass...*

3.5. Paquetes

Las clases en Java se organizan (o pueden organizarse) en paquetes, de forma que cada paquete contenga un conjunto de clases. También puede haber subpaquetes especializados dentro de un paquete o subpaquete, formando así una jerarquía de paquetes, que después se plasma en el disco duro en una estructura de directorios y subdirectorios igual a la de paquetes y subpaquetes (cada clase irá en el directorio/subdirectorio correspondiente a su paquete/subpaquete).

Cuando queremos indicar que una clase pertenece a un determinado paquete o subpaquete, se coloca al principio del fichero la palabra reservada `package` seguida por los paquetes/subpaquetes, separados por `'.'`:

```
package paq1.subpaq1;
...
class MiClase {
...
}
```

Si queremos desde otra clase utilizar una clase de un paquete o subpaquete determinado (diferente al de la clase en la que estamos), incluimos una sentencia `import` antes de la clase (y después de la línea `package` que pueda tener la clase, si la tiene), indicando qué paquete o subpaquete queremos importar:

```
import paq1.subpaq1.*;

import paq1.subpaq1.MiClase;
```

La primera opción (*) se utiliza para importar todas las clases del paquete (se utiliza cuando queremos utilizar muchas clases del paquete, para no ir importando una a una). La segunda opción se utiliza para importar una clase en concreto.

Nota

Es recomendable indicar siempre las clases concretas que se están importando y no utilizar el `*`. De esta forma quedará más claro cuales son las clases que se utilizan realmente en nuestro código. Hay diferentes paquetes que contienen clases con el mismo nombre, y si se importasen usando `*` podríamos tener un problema de ambigüedad.

Al importar, ya podemos utilizar el nombre de la clase importada directamente en la clase que estamos construyendo. Si no colocásemos el `import` podríamos utilizar la clase igual, pero al referenciar su nombre tendríamos que ponerlo completo, con paquetes y subpaquetes:

```
MiClase mc; // Si hemos hecho el 'import' antes
paq1.subpaq1.MiClase mc; // Si NO hemos hecho el 'import' antes
```

Existe un paquete en la API de Java, llamado `java.lang`, que no es necesario importar. Todas las clases que contiene dicho paquete son directamente utilizables. Para el resto de paquetes (bien sean de la API o nuestros propios), será necesario importarlos cuando estemos creando una clase fuera de dichos paquetes.

Los paquetes normalmente se escribirán totalmente en minúsculas. Es recomendable utilizar nombres de paquetes similares a la URL de nuestra organización pero a la inversa, es decir, de más general a más concreto. Por ejemplo, si nuestra URL es `http://www.jtech.ua.es` los paquetes de nuestra aplicación podrían recibir nombres como `es.ua.jtech.proyecto.interfaz`, `es.ua.jtech.proyecto.datos`, etc.

Importante

Nunca se debe crear una clase sin asignarle nombre de paquete. En este caso la clase se encontraría en el paquete `sin_nombre`, y no podría ser referenciada por las clases del resto de paquetes de la aplicación.

Con Eclipse podemos importar de forma automática los paquetes necesarios. Para ello podemos pulsar sobre el código con el botón derecho y seleccionar *Source > Organize imports*. Esto añadirá y ordenará todos los `imports` necesarios. Sin embargo, esto no funcionará si el código tiene errores de sintaxis. En ese caso si que podríamos añadir un `import` individual, situando el cursor sobre el nombre que se quiera importar, pulsando con el botón derecho, y seleccionando *Source > Add import*.

3.6. Tipo enumerado

El tipo `enum` permite definir un conjunto de posibles valores o estados, que luego podremos utilizar donde queramos:

Ejemplo

```
// Define una lista de 3 valores y luego comprueba en un switch
// cuál es el valor que tiene un objeto de ese tipo
enum EstadoCivil {soltero, casado, divorciado};
EstadoCivil ec = EstadoCivil.casado;
ec = EstadoCivil.soltero;
switch(ec)
{ case soltero: System.out.println("Es soltero");
  break;
  case casado: System.out.println("Es casado");
  break;
  case divorciado: System.out.println("Es divorciado");
  break;
}
```

Los elementos de una enumeración se comportan como objetos Java. Por lo tanto, la forma de nombrar las enumeraciones será similar a la de las clases (cada palabra empezando por mayúscula, y el resto de clases en minúscula).

Como objetos Java que son, estos elementos pueden tener definidos campos, métodos e incluso constructores. Imaginemos por ejemplo que de cada tipo de estado civil nos interesase conocer la retención que se les aplica en el sueldo. Podríamos introducir esta información de la siguiente forma:

```
enum EstadoCivil {soltero(0.14f), casado(0.18f), divorciado(0.14f);  
    private float retencion;  
  
    EstadoCivil(float retencion) {  
        this.retencion = retencion;  
    }  
  
    public float getRetencion() {  
        return retencion;  
    }  
  
};
```

De esta forma podríamos calcular de forma sencilla la retención que se le aplica a una persona dado su salario y su estado civil de la siguiente forma:

```
public float calculaRetencion(EstadoCivil ec, float salario) {  
    return salario * ec.getRetencion();  
}
```

Dado que los elementos de la enumeración son objetos, podríamos crear nuevos métodos o bien sobrescribir métodos de la clase `Object`. Por ejemplo, podríamos redefinir el método `toString` para especificar la forma en la que se imprime cada elemento de la enumeración (por defecto imprime una cadena con el nombre del elemento, por ejemplo "soltero").

3.7. Modificadores de acceso

Tanto las clases como los campos y métodos admiten modificadores de acceso, para indicar si dichos elementos tienen ámbito *público*, *protegido* o *privado*. Dichos modificadores se marcan con las palabras reservadas `public`, `protected` y `private`, respectivamente, y se colocan al principio de la declaración:

```
public class MiClase {  
    ...  
    protected int b;  
    ...  
    private int miMetodo(int b) {  
        ...  
    }  
}
```

El modificador `protected` implica que los elementos que lo llevan son visibles desde la clase, sus subclases, y las demás clases del mismo paquete que la clase.

Si no se especifica ningún modificador, el elemento será considerado de tipo *paquete*. Este tipo de elementos podrán ser visibles desde la clase o desde clases del mismo paquete, pero no desde las subclases.

Cada fichero Java que creamos debe tener una y sólo una **clase pública** (que será la clase principal del fichero). Dicha clase debe llamarse igual que el fichero. Aparte, el fichero podrá tener otras clases internas, pero ya no podrán ser públicas.

Por ejemplo, si tenemos un fichero `MiClase.java`, podría tener esta apariencia:

```

public class MiClase
{ ...
}

class OtraClase
{ ...
}

class UnaClaseMas
{ ...
}

```

Si queremos tener acceso a estas clases internas desde otras clases, deberemos declararlas como estáticas. Por ejemplo, si queremos definir una etiqueta para incluir en los puntos 2D definidos en el ejemplo anterior, podemos definir esta etiqueta como clase interna (para dejar claro de esta forma que dicha etiqueta es para utilizarse en `Punto2D`). Para poder manipular esta clase interna desde fuera deberemos declararla como estática de la siguiente forma:

```

public class Punto2D {
    ...
    static class Etiqueta {
        String texto;
        int tam;
        Color color;
    }
}

```

Podremos hacer referencia a ella desde fuera de `Punto2D` de la siguiente forma:

```
Punto2D.Etiqueta etiq = new Punto2D.Etiqueta();
```

3.8. Otros modificadores

Además de los modificadores de acceso vistos antes, en clases, métodos y/o campos se pueden utilizar también estos modificadores:

- `abstract`: elemento base para la herencia (los objetos subtipo deberán definir este elemento). Se utiliza para definir clases abstractas, y métodos abstractos dentro de dichas clases, para que los implementen las subclases que hereden de ella.
- `static`: elemento compartido por todos los objetos de la misma clase. Con este modificador, no se crea una copia del elemento en cada objeto que se cree de la clase, sino que todos comparten una sola copia en memoria del elemento, que se crea sin necesidad de crear un objeto de la clase que lo contiene. Como se ha visto anteriormente, también puede ser aplicado sobre clases, con un significado diferente en este caso.
- `final`: objeto final, no modificable (se utiliza para definir constantes) ni heredable (en caso de aplicarlo a clases).
- `synchronized`: para elementos a los que no se puede acceder al mismo tiempo desde distintos hilos de ejecución.

Estos modificadores se colocan tras los modificadores de acceso:

```
// Clase abstracta para heredar de ella
public abstract class Ejemplo
{
    // Constante estática de valor 10
    public static final TAM = 10;

    // Método abstracto a implementar
    public abstract void metodo();

    public synchronized void otroMetodo()
    {
        ... // Aquí dentro sólo puede haber un hilo a la vez
    }
}
```

Nota

Si tenemos un método estático (`static`), dentro de él sólo podremos utilizar elementos estáticos (campos o métodos estáticos), o bien campos y métodos de objetos que hayamos creado dentro del método.

Por ejemplo, si tenemos:

```
public class UnaClase
{ public int a;

    public static int metodo()
    {
        return a + 1;
    }
}
```

Dará error, porque el campo `a` no es estático, y lo estamos utilizando dentro del método estático. Para solucionarlo tenemos dos posibilidades: definir `a` como estático (si el diseño del programa lo permite), o bien crear un objeto de tipo `UnaClase` en el método, y utilizar su campo `a` (que ya no hará falta que sea estático, porque hemos creado un objeto y ya podemos acceder a su campo `a`):

```
public class UnaClase
{ public int a;

    public static int metodo()
    {
        UnaClase uc = new UnaClase();
        // ... Aquí haríamos que uc.a tuviese el valor adecuado
        return uc.a + 1;
    }
}
```

Nota

Para hacer referencia a un elemento estático utilizaremos siempre el nombre de la clase a la que pertenece, y no la referencia a una instancia concreta de dicha clase.

Por ejemplo, si hacemos lo siguiente:

```
UnaClase uc = new UnaClase();
uc.metodo();
```

Aparecerá un *warning*, debido a que el método `metodo` no es propio de la instancia concreta `uc`, sino da la clase `UnaClase` en general. Por lo tanto, deberemos llamarlo con:

```
UnaClase.metodo();
```

3.9. Imports estáticos

Los *imports* estáticos permiten importar los elementos estáticos de una clase, de forma que para referenciarlos no tengamos que poner siempre como prefijo el nombre de la clase. Por ejemplo, podemos utilizar las constantes de color de la clase `java.awt.Color`, o bien los métodos matemáticos de la clase `Math`.

Ejemplo

```
import static java.awt.Color;
import static java.lang.Math;

public class...
{
    ...
    JLabel lbl = new JLabel();
    lbl.setBackground(white); // Antes sería Color.white ...
    double raiz = sqrt(1252.2); // Antes sería Math.sqrt(...)
}
```

3.10. Argumentos variables

Java permite pasar un número variable de argumentos a una función (como sucede con funciones como `printf` en C). Esto se consigue mediante la expresión `"..."` a partir del momento en que queramos tener un número variable de argumentos.

Ejemplo

```
// Funcion que tiene un parámetro String obligatorio
// y n parámetros int opcionales

public void miFunc(String param, int... args)
{
    ...
    // Una forma de procesar n parametros variables
    for (int argumento: args)
    { ...
    }
    ...
}

...
miFunc("Hola", 1, 20, 30, 2);
miFunc("Adios");
```

3.11. Metainformación o anotaciones

Se tiene la posibilidad de añadir ciertas **anotaciones** en campos, métodos, clases y otros elementos, que permitan a las herramientas de desarrollo o de despliegue leerlas y realizar ciertas tareas. Por ejemplo, generar ficheros fuentes, ficheros XML, o un *Stub* de métodos para utilizar remotamente con RMI.

Un ejemplo más claro lo tenemos en las anotaciones que ya se utilizan para la herramienta Javadoc. Las marcas `@deprecated` no afectan al comportamiento de los métodos que las

llevan, pero previenen al compilador para que muestre una advertencia indicando que el método que se utiliza está desaconsejado. También se tienen otras marcas `@param`, `@return`, `@see`, etc, que utiliza Javadoc para generar las páginas de documentación y las relaciones entre ellas.

3.12. Ejecución de clases: método main

En las clases principales de una aplicación (las clases que queramos ejecutar) debe haber un método `main` con la siguiente estructura:

```
public static void main(String[] args)
{
    ... // Código del método
}
```

Dentro pondremos el código que queramos ejecutar desde esa clase. Hay que tener en cuenta que `main` es estático, con lo que dentro sólo podremos utilizar campos y métodos estáticos, o bien campos y métodos de objetos que creamos dentro del `main`.

4. Herencia e interfaces

4.1. Herencia

Cuando queremos que una clase herede de otra, se utiliza al declararla la palabra `extends` tras el nombre de la clase, para decir de qué clase se hereda. Para hacer que `Pato` herede de `Animal`:

```
class Pato extends Animal
```

Con esto automáticamente `Pato` tomaría todo lo que tuviese `Animal` (aparte, `Pato` puede añadir sus características propias). Si `Animal` fuese una clase abstracta, `Pato` debería implementar los métodos abstractos que tuviese.

4.2. Punteros `this` y `super`

El puntero `this` apunta al objeto en el que nos encontramos. Se utiliza normalmente cuando hay variables locales con el mismo nombre que variables de instancia de nuestro objeto:

```
public class MiClase
{
    int i;
    public MiClase(int i)
    {
        this.i = i; // i de la clase = parametro i
    }
}
```

También se suele utilizar para remarcar que se está accediendo a variables de instancia.

El puntero `super` se usa para acceder a un elemento en la clase padre. Si la clase `Usuario` tiene un método `getPermisos`, y una subclase `UsuarioAdministrador` sobrescribe dicho método, podríamos llamar al método de la super-clase con:

```
public class UsuarioAdministrador extends Usuario {
    public List<String> getPermisos() {
        List<String> permisos = super.getPermisos();
        permisos.add(PERMISO_ADMINISTRADOR); return
        permisos;
    }
}
```

También podemos utilizar `this` y `super` como primera instrucción dentro de un constructor para invocar a otros constructores. Dado que toda clase en Java hereda de otra clase, siempre será necesario llamar a alguno de los constructores de la super-clase para que se construya la parte relativa a ella. Por lo tanto, si al comienzo del constructor no se especifica ninguna llamada a `this` o `super`, se considera que hay una llamada implícita al constructor sin parámetros de la super-clase (`super()`). Es decir, los dos constructores siguientes son equivalentes:

```
public Punto2D(int x, int y, String etiq) {
    // Existe una llamada implícita a super()

    this.x = x;
    this.y = y;
    this.etiq =
    etiq;
}

public Punto2D(int x, int y, String etiq) {
    super();

    this.x = x;
    this.y = y;
    this.etiq =
    etiq; }
```

Pero es posible que la super-clase no disponga de un constructor sin parámetros. En ese caso, si no hacemos una llamada explícita a `super` nos dará un error de compilación, ya que estará intentando llamar a un constructor inexistente de forma implícita. Es posible también, que aunque el constructor sin parámetros exista, nos interese llamar a otro constructor a la hora de construir la parte relativa a la super-clase. Imaginemos por ejemplo que la clase `Punto2D` anterior deriva de una clase `PrimitivaGeometrica` que almacena, como información común de todas las primitivas, una etiqueta de texto, y ofrece un constructor que toma como parámetro dicha etiqueta. Podríamos utilizar dicho constructor desde la subclase de la siguiente forma:

```
public Punto2D(int x, int y, String etiq) {
    super(etiq);

    this.x = x;
    this.y = y;
}
```


También puede ocurrir que en lugar de querer llamar directamente al constructor de la super-clase nos interese basar nuestro constructor en otro de los constructores de nuestra misma clase. En tal caso llamaremos a `this` al comienzo de nuestro constructor, pasándole los parámetros correspondientes al constructor en el que queremos basarnos. Por ejemplo, podríamos definir un constructor sin parámetros de nuestra clase punto, que se base en el constructor anterior (más específico) para crear un punto con una serie de datos por defecto:

```
public Punto2D() { this(DEFAULT_X, DEFAULT_Y,
    DEFAULT_ETIQ);
}
```

Es importante recalcar que las llamadas a `this` o `super` deben ser siempre la primera instrucción del constructor.

4.3. Interfaces y clases abstractas

Ya hemos visto cómo definir clases normales, y clases abstractas. Si queremos definir un interfaz, se utiliza la palabra reservada `interface`, en lugar de `class`, y dentro declaramos (no implementamos), los métodos que queremos que tenga la interfaz:

```
public interface MiInterfaz
{ public void metodoInterfaz(); public
    float otroMetodoInterfaz();
}
```

Después, para que una clase implemente los métodos de esta interfaz, se utiliza la palabra reservada `implements` tras el nombre de la clase:

```
public class UnaClase implements MiInterfaz
{ public void metodoInterfaz()
    {
        ... // Código del método
    }

    public float otroMetodoInterfaz()
    {
        ... // Código del método
    }
}
```

Notar que si en lugar de poner `implements` ponemos `extends`, en ese caso `UnaClase` debería ser un interfaz, que heredaría del interfaz `MiInterfaz` para definir más métodos, pero no para implementar los que tiene la interfaz. Esto se utilizaría para definir interfaces partiendo de un interfaz base, para añadir más métodos a implementar.

Una clase puede heredar sólo de otra única clase, pero puede implementar cuantos interfaces necesite:

```
public class UnaClase extends MiClase implements
    MiInterfaz, MiInterfaz2, MiInterfaz3
{ ...
}
```

Cuando una clase implementa una interfaz se está asegurando que dicha clase va a ofrecer los métodos definidos en la interfaz, es decir, que la clase al menos nos ofrece esa interfaz para acceder a ella. Cuando heredamos de una clase abstracta, heredamos todos los campos y el comportamiento de la superclase, y además deberemos definir algunos métodos que no habían sido implementados en la superclase.

Desde el punto de vista del diseño, podemos ver la herencia como una relación *ES*, mientras que la implementación de una interfaz sería una relación *ACTÚA COMO*.

5. Hilos

En este curso no vamos a profundizar en la programación de hilos. Si bien las aplicaciones en servidor funcionan sobre múltiples hilos, de su gestión ya se ocupan los servidores de aplicaciones, como se verá. Independientemente de esto, es positivo conocer el mecanismo de hilos y sobre todo, su sincronización.

Un hilo es un flujo de control dentro de un programa. Creando varios hilos podremos realizar varias tareas simultáneamente. Cada hilo tendrá sólo un contexto de ejecución (contador de programa, pila de ejecución). Es decir, a diferencia de los procesos UNIX, no tienen su propio espacio de memoria sino que acceden todos al mismo espacio de memoria común, por lo que será importante su sincronización cuando tengamos varios hilos accediendo a los mismos objetos.

5.1. Creación de hilos

En Java los hilos están encapsulados en la clase `Thread`. Para crear un hilo tenemos dos posibilidades:

- Heredar de `Thread` redefiniendo el método `run()`.
- Crear una clase que implemente la interfaz `Runnable` que nos obliga a definir el método `run()`.

En ambos casos debemos definir un método `run()` que será el que contenga el código del hilo. Desde dentro de este método podremos llamar a cualquier otro método de cualquier objeto, pero este método `run()` será el método que se invoque cuando iniciemos la ejecución de un hilo. El hilo terminará su ejecución cuando termine de ejecutarse este método `run()`.

Para crear nuestro hilo mediante herencia haremos lo siguiente:

```
public class EjemploHilo extends Thread
{
    public void run() ()
    {
        // Código del hilo
    }
}
```

Una vez definida la clase de nuestro hilo deberemos instanciarlo y ejecutarlo de la siguiente forma:

```
Thread t = new EjemploHilo();
t.start();
```

Al llamar al método `start` del hilo, comenzará ejecutarse su método `run`. Crear un hilo heredando de `Thread` tiene el problema de que al no haber herencia múltiple en Java, si heredamos de `Thread` no podremos heredar de ninguna otra clase, y por lo tanto un hilo no podría heredar de ninguna otra clase.

Este problema desaparece si utilizamos la interfaz `Runnable` para crear el hilo, ya que una clase puede implementar varios interfaces. Definiremos la clase que contenga el hilo como se muestra a continuación:

```
public class EjemploHilo implements Runnable
{
    public void run()
    {
        // Código del hilo
    }
}
```

Para instanciar y ejecutar un hilo de este tipo deberemos hacer lo siguiente:

```
Thread t = new Thread(new EjemploHilo());
t.start();
```

Esto es así debido a que en este caso `EjemploHilo` no deriva de una clase `Thread`, por lo que no se puede considerar un hilo, lo único que estamos haciendo implementando la interfaz es asegurar que vamos a tener definido el método `run()`. Con esto lo que haremos será proporcionar esta clase al constructor de la clase `Thread`, para que el objeto `Thread` que creamos llame al método `run()` de la clase que hemos definido al iniciarse la ejecución del hilo, ya que implementando la interfaz le aseguramos que esta función existe.

5.2. Ciclo de vida y prioridades

Un hilo pasará por varios estados durante su ciclo de vida.

```
Thread t = new Thread(this);
```

Una vez se ha instanciado el objeto del hilo, diremos que está en estado de *Nuevo hilo*.

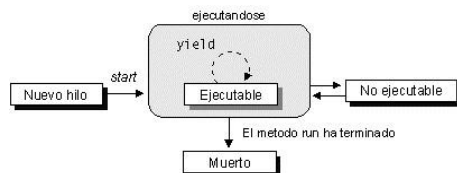
```
t.start();
```

Cuando invoquemos su método `start()` el hilo pasará a ser un hilo *vivo*, comenzándose a ejecutar su método `run()`. Una vez haya salido de este método pasará a ser un hilo *muerto*.

La única forma de parar un hilo es hacer que salga del método `run()` de forma natural. Podremos conseguir esto haciendo que se cumpla una condición de salida de `run()` (lógicamente, la condición que se nos ocurra dependerá del tipo de programa que estemos haciendo). Las funciones para parar, pausar y reanudar hilos están desaprobadas en las versiones actuales de Java.

Mientras el hilo esté *vivo*, podrá encontrarse en dos estados: *Ejecutable* y *No ejecutable*. El hilo pasará de *Ejecutable* a *No ejecutable* en los siguientes casos:

- Cuando se encuentre dormido por haberse llamado al método `sleep()`, permanecerá *No ejecutable* hasta haber transcurrido el número de milisegundos especificados.
- Cuando se encuentre bloqueado en una llamada al método `wait()` esperando que otro hilo lo desbloquee llamando a `notify()` o `notifyAll()`. Veremos cómo utilizar estos métodos más adelante.
- Cuando se encuentre bloqueado en una petición de E/S, hasta que se complete la operación de E/S.



Ciclo de vida de los hilos

Lo único que podremos saber es si un hilo se encuentra vivo o no, llamando a su método `isAlive()`.

Prioridades de los hilos

Además, una propiedad importante de los hilos será su prioridad. Mientras el hilo se encuentre vivo, el *scheduler* de la máquina virtual Java le asignará o lo sacará de la CPU, coordinando así el uso de la CPU por parte de todos los hilos activos basándose en su prioridad. Se puede forzar la salida de un hilo de la CPU llamando a su método `yield()`. También se sacará un hilo de la CPU cuando un hilo de mayor prioridad se haga *Ejecutable*, o cuando el tiempo que se le haya asignado expire.

Para cambiar la prioridad de un hilo se utiliza el método `setPriority()`, al que deberemos proporcionar un valor de prioridad entre `MIN_PRIORITY` y `MAX_PRIORITY` (tenéis constantes de prioridad disponibles dentro de la clase `Thread`, consultad el API de Java para ver qué valores de constantes hay).

5.3. Sincronización de hilos

Muchas veces los hilos deberán trabajar de forma coordinada, por lo que es necesario un mecanismo de sincronización entre ellos.

Un primer mecanismo de comunicación es la variable cerrojo incluida en todo objeto `Object`, que permitirá evitar que más de un hilo entre en la sección crítica para un objeto

determinado. Los métodos declarados como `synchronized` utilizan el cerrojo del objeto al que pertenecen evitando que más de un hilo entre en ellos al mismo tiempo.

```
public synchronized void seccion_critica()
{
    // Código sección crítica
}
```

Todos los métodos `synchronized` de un mismo objeto (no clase, sino objeto de esa clase), comparten el mismo cerrojo, y es distinto al cerrojo de otros objetos (de la misma clase, o de otras).

También podemos utilizar cualquier otro objeto para la sincronización dentro de nuestro método de la siguiente forma:

```
synchronized(objeto_con_cerrojo)
{
    // Código sección crítica
}
```

de esta forma sincronizaríamos el código que escribiésemos dentro, con el código `synchronized` del objeto `objeto_con_cerrojo`.

Además podemos hacer que un hilo quede bloqueado a la espera de que otro hilo lo desbloquee cuando suceda un determinado evento. Para bloquear un hilo usaremos la función `wait()`, para lo cual el hilo que llama a esta función debe estar en posesión del monitor, cosa que ocurre dentro de un método `synchronized`, por lo que sólo podremos bloquear a un proceso dentro de estos métodos.

Para desbloquear a los hilos que haya bloqueados se utilizará `notifyAll()`, o bien `notify()` para desbloquear sólo uno de ellos aleatoriamente. Para invocar estos métodos ocurrirá lo mismo, el hilo deberá estar en posesión del monitor.

Cuando un hilo queda bloqueado liberará el cerrojo para que otro hilo pueda entrar en la sección crítica del objeto y desbloquearlo.

Por último, puede ser necesario esperar a que un determinado hilo haya finalizado su tarea para continuar. Esto lo podremos hacer llamando al método `join()` de dicho hilo, que nos bloqueará hasta que el hilo haya finalizado.

6. Clases útiles

Cuando se programa con Java, se dispone de antemano de un conjunto de clases ya implementadas. Estas clases (aparte de las que pueda hacer el usuario) forman parte del propio lenguaje (lo que se conoce como **API** (*Application Programming Interface*) de Java).

En esta sección vamos a ver una serie de clases que conviene conocer ya que nos serán de gran utilidad para realizar nuestros programas:

6.1. Object

Esta es la clase base de todas las clases en Java, toda clase hereda en última instancia de la clase `Object`, por lo que los métodos que ofrece estarán disponibles en cualquier objeto Java, sea de la clase que sea.

En Java es importante distinguir claramente entre lo que es una variable, y lo que es un objeto. Las variables simplemente son referencias a objetos, mientras que los objetos son las entidades instanciadas en memoria que podrán ser manipulados mediante las referencias que tenemos a ellos (mediante variable que apunten a ellos) dentro de nuestro programa. Cuando hacemos lo siguiente: `new MiClase()`

Se está instanciando en memoria un nuevo objeto de clase `MiClase` y nos devuelve una referencia a dicho objeto. Nosotros deberemos guardarnos dicha referencia en alguna variable con el fin de poder acceder al objeto creado desde nuestro programa:

```
MiClase mc = new MiClase();
```

Es importante declarar la referencia del tipo adecuado (en este caso tipo `MiClase`) para manipular el objeto, ya que el tipo de la referencia será el que indicará al compilador las operaciones que podremos realizar con dicho objeto. El tipo de esta referencia podrá ser tanto el mismo tipo del objeto al que vayamos a apuntar, o bien el de cualquier clase de la que herede o interfaz que implemente nuestro objeto. Por ejemplo, si `MiClase` se define de la siguiente forma:

```
public class MiClase extends Thread implements List {  
    ...  
}
```

Podremos hacer referencia a ella de diferentes formas:

```
MiClase mc = new MiClase();  
Thread t = new MiClase();  
List l = new MiClase();  
Object o = new MiClase();
```

Esto es así ya que al heredar tanto de `Thread` como de `Object`, sabemos que el objeto tendrá todo lo que tienen estas clases más lo que añada `MiClase`, por lo que podrá comportarse como cualquiera de las clases anteriores. Lo mismo ocurre al implementar una interfaz, al forzar a que se implementen sus métodos podremos hacer referencia al objeto mediante la interfaz ya que sabemos que va a contener todos esos métodos. Siempre vamos a poder hacer esta asignación 'ascendente' a clases o interfaces de las que deriva nuestro objeto.

Si hacemos referencia a un objeto `MiClase` mediante una referencia `Object` por ejemplo, sólo podremos acceder a los métodos de `Object`, aunque el objeto contenga métodos

adicionales definidos en `MiClase`. Si conocemos que nuestro objeto es de tipo `MiClase`, y queremos poder utilizarlo como tal, podremos hacer una asignación 'descendente' aplicando una conversión cast al tipo concreto de objeto:

```
Object o = new MiClase(); ...
MiClase mc = (MiClase) o;
```

Si resultase que nuestro objeto no es de la clase a la que hacemos cast, ni hereda de ella ni la implementa, esta llamada resultará en un `ClassCastException` indicando que no podemos hacer referencia a dicho objeto mediante esa interfaz debido a que el objeto no la cumple, y por lo tanto podrán no estar disponibles los métodos que se definen en ella.

Una vez hemos visto la diferencia entre las variables (referencias) y objetos (entidades) vamos a ver como se hará la asignación y comparación de objetos. Si hiciésemos lo siguiente:

```
MiClase mc1 = new MiClase();
MiClase mc2 = mc1;
```

Puesto que hemos dicho que las variables simplemente son referencias a objetos, la asignación estará copiando una referencia, no el objeto. Es decir, tanto la variable `mc1` como `mc2` apuntarán a un mismo objeto.

Si lo que queremos es copiar un objeto, teniendo dos entidades independientes, deberemos invocar el método `clone` del objeto a copiar:

```
MiClase mc2 = (MiClase)mc1.clone();
```

El método `clone` es un método de la clase `Object` que estará disponible para cualquier objeto Java, y nos devuelve un `Object` genérico, ya que al ser un método que puede servir para cualquier objeto nos debe devolver la copia de este tipo. De él tendremos que hacer una conversión cast a la clase de la que se trate como hemos visto en el ejemplo. Al hacer una copia con `clone` se copiarán los valores de todas las variables de instancia, pero si estas variables son referencias a objetos sólo se copiará la referencia, no el objeto. Es decir, no se hará una copia en profundidad. Si queremos hacer una copia en profundidad deberemos sobrescribir el método `clone` para hacer una copia de cada uno de estos objetos. Para copiar objetos también podríamos definir un constructor de copia, al que se le pase como parámetro el objeto original a copiar.

Por otro lado, para la comparación, si hacemos lo siguiente:

```
mc1 == mc2
```

Estaremos comparando referencias, por lo que estaremos viendo si las dos referencias apuntan a un mismo objeto, y no si los objetos a los que apuntan son iguales. Para ver si los objetos son iguales, aunque sean entidades distintas, tenemos:

```
mc1.equals(mc2)
```

Este método también es propio de la clase `Object`, y será el que se utilice para comparar internamente los objetos. Para que funcione correctamente, este método deberán ser redefinido en nuestras clases para indicar cuando se considera que dos objetos son iguales. Por ejemplo podemos tener una clase como la siguiente:

```
public class Punto2D {
    public int x, y;
    ...
    public boolean equals(Object o) {
        Punto2D p = (Punto2D)o;
        // Compara objeto this con objeto p
        return (x == p.x && y == p.y);
    }
}
```

Un último método interesante de la clase `Object` es `toString`. Este método nos devuelve una cadena (`String`) que representa dicho objeto. Por defecto nos dará un identificador del objeto, pero nosotros podemos sobrescribirla en nuestras propias clases para que genere la cadena que queramos. De esta manera podremos imprimir el objeto en forma de cadena de texto, mostrándose los datos con el formato que nosotros les hayamos dado en `toString`. Por ejemplo, si tenemos una clase `Punto2D`, sería buena idea hacer que su conversión a cadena muestre las coordenadas (*x,y*) del punto:

```
public class Punto2D {
    public int x,y;
    ...
    public String toString() {
        String s = "(" + x + "," + y + ")";
        return s;
    }
}
```

6.2. Properties

Esta clase es un subtipo de `Hashtable`, que se encarga de almacenar una serie de propiedades asociando un valor a cada una de ellas. Estas propiedades las podremos utilizar para registrar la configuración de nuestra aplicación. Además esta clase nos permite cargar o almacenar esta información en algún dispositivo, como puede ser en disco, de forma que sea persistente.

Puesto que hereda de `Hashtable`, podremos utilizar sus métodos, pero también aporta métodos propios para añadir propiedades:

```
Object setProperty(Object clave, Object valor)
```

Equivalente al método *put*.

```
Object getProperty(Object clave)
```

Equivalente al método *get*.

```
Object getProperty(Object clave, Object default)
```


Esta variante del método resulta útil cuando queremos que determinada propiedad devuelva algún valor por defecto si todavía no se le ha asignado ningún valor.

Además, como hemos dicho anteriormente, para hacer persistentes estas propiedades de nuestra aplicación, se proporcionan métodos para almacenarlas o leerlas de algún dispositivo de E/S: `void load(InputStream entrada)`

Lee las propiedades del flujo de entrada proporcionado. Este flujo puede por ejemplo referirse a un fichero del que se leerán los datos. `void store(OutputStream salida, String cabecera)`

Almacena la información de las propiedades escribiéndolas en el flujo de salida especificado. Este flujo puede por ejemplo referirse a un fichero en disco, en el que se guardará nuestro conjunto de propiedades, pudiendo especificar una cadena que se pondrá como cabecera en el fichero, y que nos permite añadir algún comentario sobre dicho fichero.

6.3. System

Esta clase nos ofrece una serie de métodos y campos útiles del sistema. Esta clase no se debe instanciar, todos estos métodos y campos son estáticos.

Podemos encontrar los objetos que encapsulan la entrada, salida y salida de error estándar, así como métodos para redireccionarlas, que veremos con más detalle en el tema de entrada/salida.

También nos permite acceder al gestor de seguridad instalado, como veremos en el tema sobre seguridad.

Otros métodos útiles que encontramos son:

```
void exit(int estado)
```

Finaliza la ejecución de la aplicación, devolviendo un código de estado. Normalmente el código 0 significa que ha salido de forma normal, mientras que con otros códigos indicaremos que se ha producido algún error.

```
void gc()
```

Fuerza una llamada al colector de basura para limpiar la memoria. Esta es una operación costosa. Normalmente no lo llamaremos explícitamente, sino que dejaremos que Java lo invoque cuando sea necesario.

```
long currentTimeMillis()
```

Nos devuelve el tiempo medido en el número de milisegundos transcurridos desde el 1 de Enero de 1970 a las 0:00.

```
void arraycopy(Object fuente, int pos_fuente,  
               Object destino, int pos_dest, int n)
```

Copia n elementos del array fuente, desde la posición pos_fuente, al array destino a partir de la posición pos_dest.

```
Properties getProperties()
```

Devuelve un objeto Properties con las propiedades del sistema. En estas propiedades podremos encontrar la siguiente información:

Clave	Contenido
file.separator	Separador entre directorios en la ruta de los ficheros. Por ejemplo "/" en UNIX.
java.class.path	Classpath de Java
java.class.version	Versión de las clases de Java
java.home	Directorio donde está instalado Java

<code>java.vendor</code>	Empresa desarrolladora de la implementación de la plataforma Java instalada
<code>java.vendor.url</code>	URL de la empresa
<code>java.version</code>	Versión de Java
<code>line.separator</code>	Separador de fin de líneas utilizado
<code>os.arch</code>	Arquitectura del sistema operativo
<code>os.name</code>	Nombre del sistema operativo
<code>os.version</code>	Versión del sistema operativo
<code>path.separator</code>	Separador entre los distintos elementos de una variable de entorno tipo PATH. Por ejemplo ":"
<code>user.dir</code>	Directorio actual
<code>user.home</code>	Directorio de inicio del usuario actual
<code>user.name</code>	Nombre de la cuenta del usuario actual

6.4. Runtime

Toda aplicación Java tiene una instancia de la clase `Runtime` que se encargará de hacer de interfaz con el entorno en el que se está ejecutando. Para obtener este objeto debemos utilizar el siguiente método estático:

```
Runtime rt = Runtime.getRuntime();
```

Una de las operaciones que podremos realizar con este objeto, será ejecutar comandos como si nos encontrásemos en la línea de comandos del sistema operativo. Para ello utilizaremos el siguiente método: `rt.exec(comando);`

De esta forma podremos invocar programas externos desde nuestra aplicación Java.

6.5. Math

La clase `Math` nos será de gran utilidad cuando necesitemos realizar operaciones matemáticas. Esta clase no necesita ser instanciada, ya que todos sus métodos son estáticos. Entre estos métodos podremos encontrar todas las operaciones matemáticas básicas que podamos necesitar, como logaritmos, exponenciales, funciones trigonométricas, generación de números aleatorios, conversión entre grados y radianes, etc. Además nos ofrece las constantes de los números *PI* y *E*.

6.6. Otras clases

Si miramos dentro del paquete `java.util`, podremos encontrar una serie de clases que nos podrán resultar útiles para determinadas aplicaciones.

Entre ellas tenemos la clase `Locale` que almacena información sobre una determinada región del mundo (país e idioma), y que podrá ser utilizada para internacionalizar nuestra aplicación de forma sencilla. Una clase relacionada con esta última es `ResourceBundle`, con la que podemos definir las cadenas de texto de nuestra aplicación en una serie de ficheros de propiedades (uno para cada idioma). Por ejemplo, podríamos tener dos ficheros `Textos_en.properties` y `Textos_es.properties` con los textos en inglés y en castellano respectivamente. Si abrimos el *bundle* de nombre `Textos`, se utilizará el *locale* de nuestro sistema para cargar los textos del fichero que corresponda. También encontramos otras clases relacionadas con `Locale`, como por ejemplo `Currency` con información monetaria adaptada a nuestra zona, clases que nos permiten formatear números o fechas (`NumberFormat` y `DateFormat` respectivamente) según las convenciones de nuestra zona, o bien de forma personalizada, y la clase `Calendar`, que nos será útil cuando trabajemos con fechas y horas, para realizar operaciones con fechas, compararlas, o acceder a sus campos por separado.

7. Estructuras de datos

En nuestras aplicaciones normalmente trabajamos con diversos conjuntos de atributos que son siempre utilizados de forma conjunta (por ejemplo, los datos de un punto en un mapa: coordenada x, coordenada y, descripción). Estos datos se deberán ir pasando entre las diferentes capas de la aplicación.

Podemos utilizar el patrón *Transfer Object* para encapsular estos datos en un objeto, y tratarlos así de forma eficiente. Este objeto tendrá como campos los datos que encapsula. En el caso de que estos campos sean privados, nos deberá proporcionar métodos para acceder a ellos. Estos métodos son conocidos como *getters* y *setters*, y nos permitirán consultar o modificar su valor respectivamente. Una vez escritos los campos privados, Eclipse puede generar los *getters* y *setters* de forma automática pinchando sobre el código fuente con el botón derecho del ratón y seleccionando la opción *Source > Generate Getters and Setters....* Por ejemplo, si creamos una clase como la siguiente:

```
public class Punto2D {
    private int x;
    private int y;
    private String descripcion;
}
```

Al generar los *getters* y *setters* con Eclipse aparecerán los siguientes métodos:

```
public String getDescripcion() {
    return descripcion;
}
```

```
public void setDescripcion(String descripcion) {
    this.descripcion = descripcion;
}
public int getX() { return x;
}
public void setX(int x) { this.x = x;
}
public int getY() { return y;
}
public void setY(int y) { this.y = y;
}
```

Con Eclipse también podremos generar diferentes tipos de constructores para estos objetos. Por ejemplo, con la opción *Source > Generate Constructor Using Fields...* generará un constructor que tomará como entrada los campos del objeto que le indiquemos.

7.1. BeanUtils

Idealmente un mismo campo sólo estará en una clase, por ejemplo, los campos correspondientes a los datos personales de un cliente no tienen por qué repetirse una y otra vez en distintas clases. Sin embargo cuando construimos un Transfer Object es bastante común que copiemos datos entre campos que tienen una correspondencia exacta.

Por ejemplo, tenemos el siguiente Transfer Object que es muy similar al `Punto2D`:

```
public class Punto3D {
    private int x; private
    int y; private int z;
    private String descripcion;
    /* ...y los getters y setters para los cuatro campos */
}
```

Si necesitamos copiar los datos de `Punto3D` a `Punto2D`, tres de los campos coinciden. (Esta operación sería una proyección del punto sobre el plano XY). Manualmente necesitaríamos hacer:

```
punto2D.setX(punto3D.getX());
punto2D.setY(punto3D.getY());
punto2D.setDescripcion(punto3D.getDescripcion());
```

La clase `BeanUtils`, perteneciente a la biblioteca `commons-beanutils` de Apache, nos proporciona el método `copyProperties(objetoDestino, objetoOrigen)` que permite hacer lo mismo en una sola línea. Se trata de un wrapper que hace uso de la API de `Reflection`. Esta API nos permite, entre otras cosas, examinar modificadores, tipos y campos de un objeto en tiempo de ejecución.

```
BeanUtils.copyProperties(punto2D, punto3D);
```

Lo que importa es que los getters y setters que se vayan a copiar coincidan en el tipo y en su nombre a partir del prefijo `get` y `set`. Aparte de incluir la biblioteca `commons-beanutils` también se requiere incluir `commons-logging`, de la cuál hace uso

el método `copyProperties(...)`.

