

Excepciones e hilos

Índice

1 Excepciones.....	2
1.1 Tipos de excepciones.....	2
1.2 Captura de excepciones.....	3
1.3 Lanzamiento de excepciones.....	4
1.4 Creación de nuevas excepciones.....	5
1.5 Nested exceptions.....	6
2 Hilos.....	7
2.1 Creación de hilos.....	7
2.2 Estado y propiedades de los hilos.....	8
2.3 Sincronización de hilos.....	9
2.4 Grupos de hilos.....	11
2.5 Temporizadores.....	11

1. Excepciones

Las excepciones son eventos que ocurren durante la ejecución de un programa y hacen que éste salga de su flujo normal de instrucciones. Este mecanismo permite tratar los errores de una forma elegante, ya que separa el código para el tratamiento de errores del código normal del programa. Se dice que una excepción es *lanzada* cuando se produce un error, y esta excepción puede ser *capturada* para tratar dicho error.

1.1. Tipos de excepciones

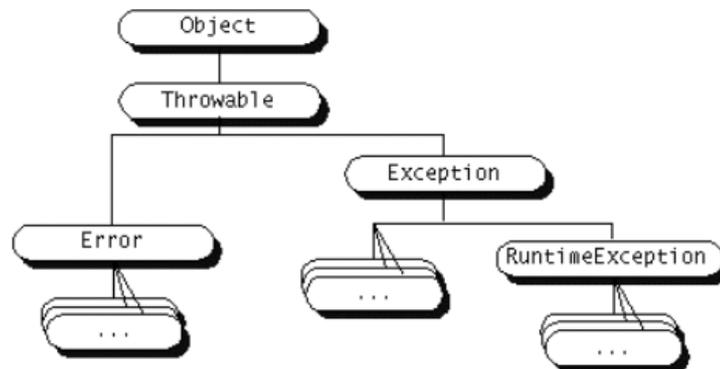
Tenemos diferentes tipos de excepciones dependiendo del tipo de error que representen. Todas ellas descienden de la clase `Throwable`, la cual tiene dos descendientes directos:

- **Error**: Se refiere a errores graves en la máquina virtual de Java, como por ejemplo fallos al enlazar con alguna librería. Normalmente en los programas Java no se tratarán este tipo de errores.
- **Exception**: Representa errores que no son críticos y por lo tanto pueden ser tratados y continuar la ejecución de la aplicación. La mayoría de los programas Java utilizan estas excepciones para el tratamiento de los errores que puedan ocurrir durante la ejecución del código.

Dentro de `Exception`, cabe destacar una subclase especial de excepciones denominada `RuntimeException`, de la cual derivarán todas aquellas excepciones referidas a los errores que comúnmente se pueden producir dentro de cualquier fragmento de código, como por ejemplo hacer una referencia a un puntero `null`, o acceder fuera de los límites de un `array`.

Estas `RuntimeException` se diferencian del resto de excepciones en que no son de tipo *checked*. Una excepción de tipo *checked* debe ser capturada o bien especificar que puede ser lanzada de forma obligatoria, y si no lo hacemos obtendremos un error de compilación. Dado que las `RuntimeException` pueden producirse en cualquier fragmento de código, sería impensable tener que añadir manejadores de excepciones y declarar que éstas pueden ser lanzadas en todo nuestro código. Deberemos:

- Utilizar excepciones *unchecked* (no predecibles) para indicar errores graves en la lógica del programa, que normalmente no deberían ocurrir. Se utilizarán para comprobar la consistencia interna del programa.
- Utilizar excepciones *checked* para mostrar errores que pueden ocurrir durante la ejecución de la aplicación, normalmente debidos a factores externos como por ejemplo la lectura de un fichero con formato incorrecto, un fallo en la conexión, o la entrada de datos por parte del usuario.



Tipos de excepciones

Dentro de estos grupos principales de excepciones podremos encontrar tipos concretos de excepciones o bien otros grupos que a su vez pueden contener más subgrupos de excepciones, hasta llegar a tipos concretos de ellas. Cada tipo de excepción guardará información relativa al tipo de error al que se refiera, además de la información común a todas las excepciones. Por ejemplo, una `ParseException` se suele utilizar al procesar un fichero. Además de almacenar un mensaje de error, guardará la línea en la que el *parser* encontró el error.

1.2. Captura de excepciones

Cuando un fragmento de código sea susceptible de lanzar una excepción y queramos tratar el error producido o bien por ser una excepción de tipo *checked* debemos capturarla, podremos hacerlo mediante la estructura `try-catch-finally`, que consta de tres bloques de código:

- Bloque `try`: Contiene el código regular de nuestro programa que puede producir una excepción en caso de error.
- Bloque `catch`: Contiene el código con el que trataremos el error en caso de producirse.
- Bloque `finally`: Este bloque contiene el código que se ejecutará al final tanto si se ha producido una excepción como si no lo ha hecho. Este bloque se utiliza para, por ejemplo, cerrar algún fichero que haya podido ser abierto dentro del código regular del programa, de manera que nos aseguremos que tanto si se ha producido un error como si no este fichero se cierre. El bloque `finally` no es obligatorio ponerlo.

Para el bloque `catch` además deberemos especificar el tipo o grupo de excepciones que tratamos en dicho bloque, pudiendo incluir varios bloques `catch`, cada uno de ellos para un tipo/grupo de excepciones distinto. La forma de hacer esto será la siguiente:

```

try {
    // Código regular del programa
    // Puede producir excepciones
} catch(TipoDeExcepcion1 e1) {

```

```

// Código que trata las excepciones de tipo
// TipoDeExcepcion1 o subclases de ella.
// Los datos sobre la excepción los encontraremos
// en el objeto e1.
} catch(TipoDeExcepcion2 e2) {
// Código que trata las excepciones de tipo
// TipoDeExcepcion2 o subclases de ella.
// Los datos sobre la excepción los encontraremos
// en el objeto e2.
...
} catch(TipoDeExcepcionN eN) {
// Código que trata las excepciones de tipo
// TipoDeExcepcionN o subclases de ella.
// Los datos sobre la excepción los encontraremos
// en el objeto eN.
} finally {
// Código de finalización (opcional)
}

```

Si como tipo de excepción especificamos un grupo de excepciones este bloque se encargará de la captura de todos los subtipos de excepciones de este grupo. Por lo tanto, si especificamos `Exception` capturaremos cualquier excepción, ya que está es la superclase común de todas las excepciones.

En el bloque `catch` pueden ser útiles algunos métodos de la excepción (que podemos ver en la API de la clase padre `Exception`):

```

String getMessage()
void printStackTrace()

```

con `getMessage` obtenemos una cadena descriptiva del error (si la hay). Con `printStackTrace` se muestra por la salida estándar la traza de errores que se han producido (en ocasiones la traza es muy larga y no puede seguirse toda en pantalla con algunos sistemas operativos).

Un ejemplo de uso:

```

try {
... // Aqui va el codigo que puede lanzar una excepcion
} catch (Exception e) {
System.out.println ("El error es: " + e.getMessage());
e.printStackTrace();
}

```

Nunca deberemos dejar vacío el cuerpo del `catch`, porque si se produce el error, nadie se va a dar cuenta de que se ha producido. En especial, cuando estemos con excepciones *no-checked*.

1.3. Lanzamiento de excepciones

Hemos visto cómo capturar excepciones que se produzcan en el código, pero en lugar de capturarlas también podemos hacer que se propaguen al método de nivel superior (desde el cual se ha llamado al método actual). Para esto, en el método donde se vaya a lanzar la

excepción, se siguen 2 pasos:

- Indicar en el método que determinados tipos de excepciones o grupos de ellas pueden ser lanzados, cosa que haremos de la siguiente forma, por ejemplo:

```
public void lee_fichero()  
    throws IOException, FileNotFoundException  
{  
    // Cuerpo de la función  
}
```

Podremos indicar tantos tipos de excepciones como queramos en la cláusula `throws`. Si alguna de estas clases de excepciones tiene subclases, también se considerará que puede lanzar todas estas subclases.

- Para lanzar la excepción utilizamos la instrucción `throw`, proporcionándole un objeto correspondiente al tipo de excepción que deseamos lanzar. Por ejemplo:

```
throw new IOException(mensaje_error);
```

- Juntando estos dos pasos:

```
public void lee_fichero()  
    throws IOException, FileNotFoundException  
{  
    ...  
    throw new IOException(mensaje_error);  
    ...  
}
```

Podremos lanzar así excepciones en nuestras funciones para indicar que algo no es como debiera ser a las funciones llamadas. Por ejemplo, si estamos procesando un fichero que debe tener un determinado formato, sería buena idea lanzar excepciones de tipo `ParseException` en caso de que la sintaxis del fichero de entrada no sea correcta.

NOTA: para las excepciones que no son de tipo *checked* no hará falta la cláusula *throws* en la declaración del método, pero seguirán el mismo comportamiento que el resto, si no son capturadas pasarán al método de nivel superior, y seguirán así hasta llegar a la función principal, momento en el que si no se captura provocará la salida de nuestro programa mostrando el error correspondiente.

1.4. Creación de nuevas excepciones

Además de utilizar los tipos de excepciones contenidos en la distribución de Java, podremos crear nuevos tipos que se adapten a nuestros problemas.

Para crear un nuevo tipo de excepciones simplemente deberemos crear una clase que herede de `Exception` o cualquier otro subgrupo de excepciones existente. En esta clase podremos añadir métodos y propiedades para almacenar información relativa a nuestro tipo de error. Por ejemplo:

```
public class MiExcepcion extends Exception
{
    public MiExcepcion (String mensaje)
    {
        super(mensaje);
    }
}
```

Además podremos crear subclases de nuestro nuevo tipo de excepción, creando de esta forma grupos de excepciones. Para utilizar estas excepciones (capturarlas y/o lanzarlas) hacemos lo mismo que lo explicado antes para las excepciones que se tienen definidas en Java.

1.5. Nested exceptions

Cuando dentro de un método de una librería se produce una excepción, normalmente se propagará dicha excepción al llamador en lugar de gestionar el error dentro de la librería, para que de esta forma el llamador tenga constancia de que se ha producido un determinado error y pueda tomar las medidas que crea oportunas en cada momento. Para pasar esta excepción al nivel superior puede optar por propagar la misma excepción que le ha llegado, o bien crear y lanzar una nueva excepción. En este segundo caso la nueva excepción deberá contener la excepción anterior, ya que de no ser así perderíamos la información sobre la causa que ha producido el error dentro de la librería, que podría sernos de utilidad para depurar la aplicación. Para hacer esto deberemos proporcionar la excepción que ha causado el error como parámetro del constructor de nuestra nueva excepción:

```
public class MiExcepcion extends Exception
{
    public MiExcepcion (String mensaje, Throwable causa)
    {
        super(mensaje, causa);
    }
}
```

En el método de nuestra librería en el que se produzca el error deberemos capturar la excepción que ha causado el error y lanzar nuestra propia excepción al llamador:

```
try {
    ...
} catch(IOException e) {
    throw new MiExcepcion("Mensaje de error", e);
}
```

Cuando capturemos una excepción, podemos consultar la excepción previa que la ha causado (si existe) con el método:

```
Exception causa = (Exception)e.getCause();
```

Las *nested exceptions* son útiles para:

- Encadenar errores producidos en la secuencia de métodos a los que se ha llamado.
- Facilitan la depuración de la aplicación, ya que nos permite conocer de dónde viene el error y por qué métodos ha pasado.
- El lanzar una excepción propia de cada método permite ofrecer información más detallada que si utilizásemos una única excepción genérica. Por ejemplo, aunque en varios casos el origen del error puede ser una `IOException`, nos será de utilidad saber si ésta se ha producido al guardar un fichero de datos, al guardar datos de la configuración de la aplicación, al intentar obtener datos de la red, etc.
- Aislar al llamador de la implementación concreta de una librería. Por ejemplo, cuando utilicemos los objetos de acceso a datos de nuestra aplicación, en caso de error recibiremos una excepción propia de nuestra capa de acceso a datos, en lugar de una excepción propia de la implementación concreta de esta capa, como pudiera ser `SQLException` si estamos utilizando una BD SQL o `IOException` si estamos accediendo a ficheros.

2. Hilos

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.

2.1. 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();

```

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.

Deberemos utilizar sólo los hilos necesarios. Se utilizarán:

- Cuando la aplicación debe responder a varios eventos simultáneamente.
- Para aumentar la capacidad de respuesta (que se pueda responder al usuario incluso cuando la aplicación esté realizando otras tareas).
- Para aprovechar las máquinas con múltiples procesadores.

2.2. Estado y propiedades de los hilos

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();

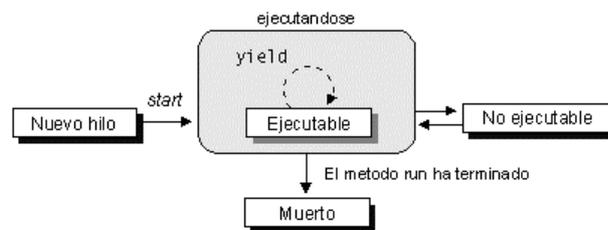
```

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 la condición de salida del bucle principal definido dentro del `run`. Las funciones para parar, pausar y reanudar hilos están desaprobadadas 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`.
- 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`.

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`.

2.3. Sincronización de hilos

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

Sección crítica

Hablamos de sección crítica para referirnos al fragmento de código que no debe ser ejecutado por más de un hilo de forma concurrente. Un primer mecanismo de sincronización es la variable cerrojo incluida en todo objeto `Object`, que permitirá evitar que más de un hilo entre en la sección crítica. 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
}
```

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 estaremos utilizando el cerrojo del objeto especificado. Si dos hilos intentan entrar de forma concurrente en un bloque de código sincronizado con un mismo objeto, el segundo de ellos quedará bloqueado hasta que el primero libere el cerrojo (salga de dicho bloque de código).

Deberemos:

- Utilizar sincronización sólo cuando sea realmente necesario.
- No sincronizar clases que proporcionen datos fundamentales, dejar que el usuario decida cuándo sincronizarlas en sus propias clases
- No sincronizar un método si contiene un número elevado de operaciones que no necesitan sincronización (reorganizar el método en varios, en ese caso). Se trata de minimizar el tiempo de bloqueo de hilos a lo estrictamente necesario
- Las asignaciones simples de tipos de datos se garantiza que serán atómicas (o se completan o se quedan como al principio). No es necesario sincronizarlas, sólo se sincronizarán cuando haya varias asignaciones seguidas que sean interdependientes

Espera y notificación

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 y desbloquearlo.

Deberemos utilizar `notifyAll` sólo cuando los hilos estén esperando por varias condiciones, o cuando varios hilos puedan seguir ejecutando a partir de dicho `notifyAll`. Para lo demás, utilizar `notify`, porque es más eficiente.

Esperar la finalización de un hilo

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.

2.4. Grupos de hilos

Los grupos de hilos nos permitirán crear una serie de hilos y manejarlos todos a la vez como un único objeto. Si al crear un hilo no se especifica ningún grupo de hilos, el hilo creado pertenecerá al grupo de hilos por defecto.

Podemos crearnos nuestro propio grupo de hilos instanciando un objeto de la clase `ThreadGroup`. Para crear hilos dentro de este grupo deberemos pasar este grupo al constructor de los hilos que creemos.

```
ThreadGroup grupo = new ThreadGroup("Grupo de hilos");
Thread t = new Thread(grupo, new EjemploHilo());
```

2.5. Temporizadores

Los temporizadores nos permitirán planificar tareas para ser ejecutadas por un hilo en segundo plano en un determinado instante de tiempo. Estos temporizadores serán de especial interés cuando necesitemos ejecutar una tarea periódicamente. Para trabajar con temporizadores tenemos las clases `Timer` y `TimerTask`.

Lo primero que deberemos hacer es crear las tareas que queramos planificar. Para crear una tarea crearemos una clase que herede de `TimerTask`, y que defina un método `run` donde incluiremos el código que implemente la tarea.

```
public class MiTarea extends TimerTask {
    public void run() {
        // Código de la tarea
    }
}
```

Una vez definida la tarea, utilizaremos un objeto `Timer` para planificarla. Para ello deberemos establecer el tiempo de comienzo de dicha tarea, cosa que puede hacerse de dos formas diferentes:

- **Retardo** (*delay*): Nos permitirá planificar la tarea para que comience a ejecutarse

transcurrido un tiempo dado. Por ejemplo, podemos hacer que una determinada tarea comience a ejecutarse dentro de 10 segundos.

- **Fecha y hora:** Podemos hacer que la tarea comience a una determinada hora y fecha dada en tiempo absoluto. Por ejemplo, podemos hacer que a las 8:00 se ejecute una tarea que haga de despertador.

Tenemos diferentes formas de planificación de tareas, según el número de veces y la periodicidad con la que se ejecutan:

- **Una sola ejecución:** Se ejecuta en el tiempo de inicio especificado y no se vuelve a ejecutar a no ser que la volvamos a planificar.
- **Repetida con retardo fijo:** Se ejecuta repetidas veces, con un determinado retardo entre cada dos ejecuciones consecutivas. Este retardo podremos especificarlo nosotros. La tarea se volverá a ejecutar siempre transcurrido este tiempo desde la última vez que se ejecutó, hasta que detengamos el temporizador.
- **Repetida con frecuencia constante:** Se ejecuta repetidas veces con una frecuencia dada. Debemos especificar el retardo que queremos entre dos ejecuciones consecutivas. A diferencia del caso anterior, no se toma como referencia el tiempo de ejecución de la tarea anterior, sino el tiempo de inicio de la primera ejecución. De esta forma, si una ejecución se retrasa por alguna razón, como por ejemplo por tener demasiada carga el procesador, la siguiente tarea comenzará transcurrido un tiempo menor, para mantener la frecuencia deseada.

Deberemos como primer paso crear el temporizador y la tarea que vamos a planificar:

```
Timer t = new Timer();
TimerTask tarea = new MiTarea();
```

Ahora podemos planificarla para comenzar con un retardo, o bien a una determinada fecha y hora. Si vamos a hacerlo por retardo, utilizaremos uno de los siguientes métodos, según la periodicidad:

```
t.schedule(tarea, retardo); // Una vez
t.schedule(tarea, retardo, periodo); // Retardo fijo
t.scheduleAtFixedRate(tarea, retardo, periodo); // Frecuencia constante
```

Si queremos comenzar a una determinada fecha y hora, deberemos utilizar un objeto `Date` para especificar este tiempo de comienzo:

```
Calendar calendario = Calendar.getInstance();
calendario.set(Calendar.HOUR_OF_DAY, 8);
calendario.set(Calendar.MINUTE, 0);
calendario.set(Calendar.SECOND, 0);
calendario.set(Calendar.MONTH, Calendar.SEPTEMBER);
calendario.set(Calendar.DAY_OF_MONTH, 22);
Date fecha = calendario.getTime();
```

Una vez obtenido este objeto con la fecha a la que queremos comenzar la tarea (en nuestro ejemplo el día 22 de septiembre a las 8:00), podemos planificarla con el

temporizador igual que en el caso anterior:

```
t.schedule(tarea, fecha); // Una vez
t.schedule(tarea, fecha, periodo); // Retardo fijo
t.scheduleAtFixedRate(tarea, fecha, periodo); // Frecuencia
constante
```

Los temporizadores nos serán útiles en las aplicaciones móviles para realizar aplicaciones como por ejemplo agendas o alarmas. La planificación por retardo nos permitirá mostrar ventanas de transición en nuestras aplicaciones durante un número determinado de segundos.

Si queremos que un temporizador no vuelva a ejecutar la tarea planificada, utilizaremos su método `cancel` para cancelarlo.

```
t.cancel();
```

Una vez cancelado el temporizador, no podrá volverse a poner en marcha de nuevo. Si queremos volver a planificar la tarea deberemos crear un temporizador nuevo e instanciar de nuevo la tarea.

