

# Programación concurrente — Sincronización condicional

Juan Antonio de la Puente

[<jpuente@dit.upm.es>](mailto:jpuente@dit.upm.es)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.es>

# Referencias

---

- Scott Oaks & Henry Wong  
*Java Threads*  
O'Reilly Media; 3rd ed (2004)
- Kathy Sierra & Bert Bates  
*Head First Java*, ch. 15  
O'Reilly Media; 2nd ed (2005)

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Sincronización condicional

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Sincronización condicional

---

- A veces una hebra tiene que esperar hasta que se cumpla una determinada condición
  - ▶ suspende su ejecución hasta que esto ocurra
- Otra hebra hace que se cumpla la condición
  - ▶ avisa al que estaba esperando
  - ▶ éste puede reanudar su ejecución
- Este tipo de sincronización se llama **sincronización condicional**
  - ▶ sincronización: el avance de una hebra depende de lo que haga otra

Cartagena99

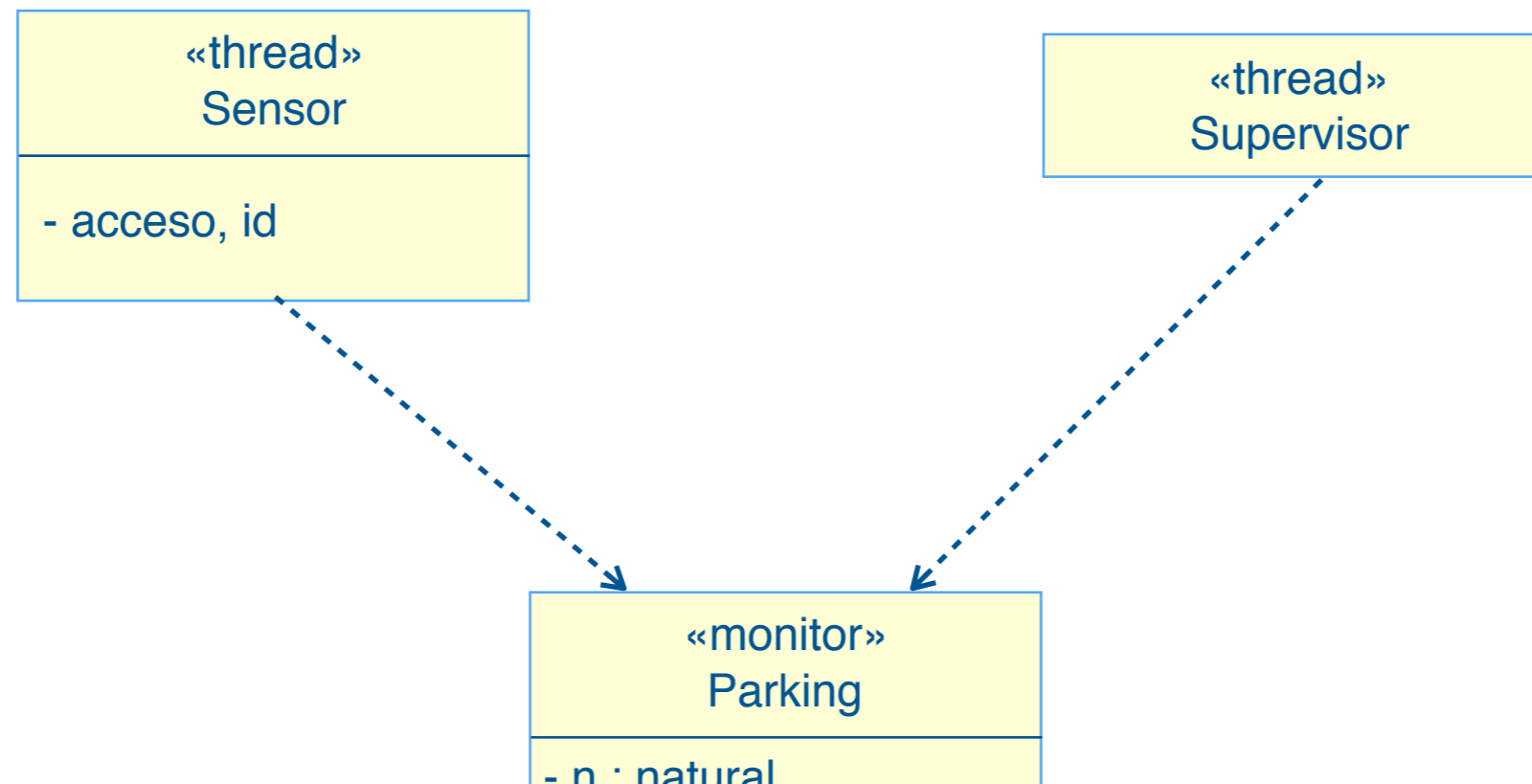
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Ejemplo: gestión de un estacionamiento

- Las hebras de la clase *Sensor* avisan cuando entra o sale un coche



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Sincronización

---

- No deben entrar coches si el estacionamiento está lleno
  - ▶ no se puede entrar si  $n \geq \text{capacidad}$
  - ▶ si un sensor llama a *entra* cuando  $n \geq \text{capacidad}$ , debe suspender su ejecución hasta que haya sitio
    - está implícito que en ese caso no se abre la barrera hasta que se pueda continuar

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue, cloud-like background with a soft orange glow at the bottom.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

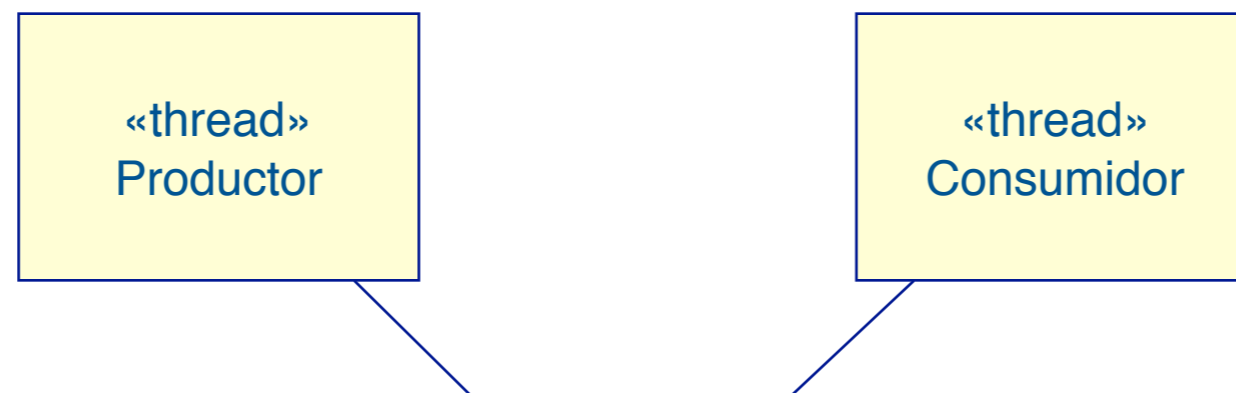
---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Ejemplo: productor y consumidor

---

- Una hebra produce elementos de un cierto tipo
- Otra los consume
- Cada una avanza con un ritmo diferente
- Se usa un almacenamiento intermedio (*buffer*)
  - ▶ el productor los va poniendo en el buffer según los produce
  - ▶ el consumidor los saca del buffer cuando los necesita



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Sincronización

---

- No se pueden extraer datos si el *buffer* está vacío
  - ▶ si cuando el consumidor invoca *recibe* no hay datos en el *buffer*, debe suspender su ejecución hasta que los haya
  - ▶ es el productor el que los pone
- No se pueden añadir datos si el *buffer* está lleno
  - ▶ si cuando el productor invoca *envía* el *buffer* está lleno, debe suspender su ejecución hasta que haya sitio
  - ▶ es el consumidor el que hace sitio al extraer datos

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue, cloud-like background with a soft gradient. Below the text, there is a horizontal orange and yellow brushstroke effect.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# Esperar y avisar

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Espera condicional

---

- El método `wait()` suspende la ejecución de la hebra que lo invoca
- Se usa para esperar una condición  
`while (!condición)  
wait();`
  - ▶ ¡siempre en un bucle!
- Sólo se puede invocar dentro de un método sincronizado
  - ▶ o de un bloque sincronizado
- Se libera el cerrojo del objeto atómicamente
  - ▶ al mismo tiempo que se hace `wait()`

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Aviso de condición

---

- El método `notify()` reanuda la ejecución de una hebra que esté suspendida por haber hecho `wait()`
- Se usa para avisar de que se cumple una condición  
// cambiar el estado de alguna condición  
`notify();`
- Una hebra avisa a otra
- Sólo se puede invocar dentro de un método sincronizado
  - ▶ o de un bloque sincronizado
- No se libera el cerrojo del objeto hasta que termina el método o sentencia sincronizada

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Aviso general

---

- El método `notifyAll()` reanuda la ejecución de todas las hebras que esté suspendidas por haber hecho `wait()` en el mismo objeto
- El cerrojo del objeto se libera cuando termina el método o sentencia sincronizada
  - ▶ todas las hebras que se reanudan compiten para adquirir el cerrojo y poder continuar
- Con `notify()` no se sabe qué hebra se reanuda entre las que estaban suspendidas

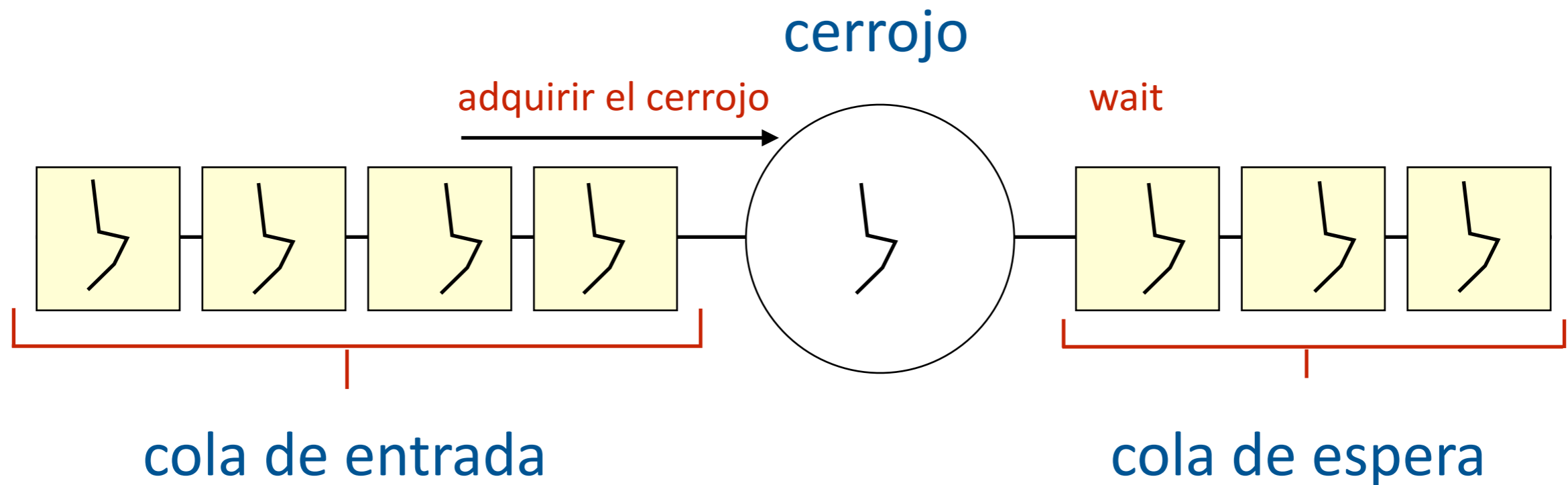
Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Colas de espera y de entrada



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# notify vs notifyAll

---

- Siempre que varias hebras puedan estar esperando condiciones distintas hay que usar **notifyAll**
- Sólo conviene hacer **notify** si
  - ▶ todas las hebras esperan la misma condición
  - ▶ sólo una hebra puede avanzar cuando se cumple la condición
- En caso de duda, usar **notifyAll**

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, green, serif font. The '99' is significantly larger and more prominent than the 'Cartagena' part. The text is set against a light blue, cloud-like background with a soft gradient. Below the text, there is a horizontal orange and yellow brushstroke effect.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Ejemplo: estacionamiento

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Monitor con condiciones

```
public class Parking {
    private final int capacidad; // número de coches que caben
    private int n = 0;          // número de coches que hay

    // constructor
    public Parking (int capacidad) {
        this.capacidad = capacidad;
    }
    // entra un coche por una de las puertas
    public synchronized void entra (String puerta) {
        while (n >= capacidad) wait();
        n++;
    }
    // sale un coche por una de las puertas
    public synchronized void sale (String puerta) {
        n--;
        notifyAll();
    }
    // consulta
```

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



# Productor y consumidor

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, teal-colored font. The '99' is significantly larger and more prominent than the rest of the text. The logo is set against a light blue, cloud-like background with a white shadow underneath, giving it a three-dimensional appearance.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Ejemplo: buffer

```
public class Buffer<E> {  
  
    private E almacen;  
    private boolean lleno = false;  
  
    public synchronized void enviar(E dato)  
        throws InterruptedException {  
        while (lleno) wait(); // espera que haya sitio  
        almacen = dato;  
        lleno = true;  
        notifyAll(); // avisa de que hay un valor  
    }  
  
    public synchronized E recibir()  
        throws InterruptedException {  
        E dato = null;  
        while (!lleno) wait(); // espera que haya un valor  
        dato = almacen;  
        lleno = false;  
        notifyAll();  
    }  
}
```

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Ejemplo: productor

```
public class Productor<E> implements Runnable {  
  
    private Buffer<E> b;  
  
    public Productor(Buffer<E> b) {  
        this.b = b;  
    }  
  
    public void run() {  
        while (true) {  
            E x = ...;           // producir x  
            b.enviar(x);  
        }  
    }  
}
```

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Ejemplo: consumidor

```
public class Consumidor<E> implements Runnable {  
  
    private Buffer<E> b;  
  
    public Consumidor(Buffer<E> b) {  
        this.b = b;  
    }  
  
    public void run() {  
        while (true) {  
            E x = b.recibir();  
            ... // consumir x  
        }  
    }  
}
```

**Cartagena99**

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Resumen

The logo for Cartagena99 features the text 'Cartagena99' in a stylized, teal-colored font. The 'C' is significantly larger than the other letters. The text is set against a light blue, cloud-like background with a soft orange shadow underneath.

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

# Resumen

---

- La sincronización condicional se realiza en Java con los métodos **wait()** y **notify()** / **notifyAll()**
  - ▶ sólo se pueden usar en métodos/bloques sincronizados
  - ▶ **wait()** suspende la hebra desde donde se invoca
  - ▶ **notify()** reanuda una hebra suspendida
  - ▶ **notifyAll()** reanuda todas las hebras suspendidas
- Hay que hacer **wait()** siempre en un bucle **while**
  - ▶ para comprobar otra vez la condición de espera cuando despierta

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE  
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

---

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS  
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70