



Programación de sistemas

Listas enlazadas

Julio Villena Román

<jvillena@it.uc3m.es>

MATERIALES BASADOS EN EL TRABAJO DE DIFERENTES AUTORES:

Carlos Delgado Kloos, Jesús Arias Fisteus, Carlos Alario Hovos

CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Contenidos

- ❖ Estructuras de datos
- ❖ Listas enlazadas
 - La clase Node
 - La clase LinkedList
 - Ventajas y desventajas de las listas enlazadas

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

Estructuras de datos

- Abstracción que representa un conjunto de datos en un programa con el objetivo de facilitar su manipulación
- Diferentes estructuras de datos presentan ventajas o desventajas dependiendo de la naturaleza de los datos y los tipos de manipulaciones que se necesite hacer

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

Estructuras de datos lineales

- Organizan los datos en secuencia, donde cada dato se relaciona con un dato anterior (excepto el primero) y un dato posterior (excepto el último)
- Ejemplos de estructuras de datos lineales:
 - ✓ Arrays
 - ✓ Listas enlazadas
 - ✓ Pilas
 - ✓ Colas

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

Arrays

- **Ventajas** para el almacenamiento de colecciones lineales de datos:
 - ✓ Acceso aleatorio: se puede acceder a cualquier posición del array en tiempo constante.
 - ✓ Uso eficiente de memoria cuando todas las posiciones están ocupadas: por guardarse en posiciones consecutivas de memoria.

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

Arrays

- **Desventajas**

- ✓ **Tamaño estático:** debe asignarse un tamaño al crear el array, y no se puede cambiar. Da lugar a problemas:
 - Uso no eficiente de memoria por tener que reservar espacio para el caso peor
 - Posibilidad de sobrepasar el tamaño reservado en tiempo de ejecución
- ✓ **Necesidad de memoria contigua:**
 - Puede ocurrir que, pese a haber suficiente memoria libre, no haya un bloque contiguo suficientemente grande

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

Cartagena99

Arrays

- **Desventajas**

- ✓ Ciertas operaciones tienen un coste no óptimo:
 - Inserciones y eliminaciones de datos en la primera posición o posiciones intermedias: necesidad de desplazar datos entre posiciones consecutivas.
 - Concatenación de dos o más arrays: necesidad de copiar los datos a un nuevo array.
 - Partición de un array en varios fragmentos: necesidad de copiar datos a nuevos arrays.

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

Ejercicio 1



- Crea un array de diez elementos de tipo entero e inicialízalos todos con el valor 0. Después inserta un elemento adicional con valor 1 en la cuarta posición del array

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

Listas enlazadas

- Secuencia ordenada de **nodos** donde cada nodo almacena:
 - ✓ Un dato (información)
 - ✓ Una referencia al siguiente nodo
- Los nodos no tienen por qué estar contiguos en memoria

first



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

Cartagena99

La clase Node

```
public class Node<E> {  
    private E info;  
    private Node<E> next;  
  
    public Node(E info) {...}  
  
    public Node<E> getNext() {...}  
    public void setNext(Node<E> next) {...}  
    public E getInfo() {...}  
    public void setInfo(E info) {...}
```

Uso de genéricos para almacenar información de diferentes tipos

Dos atributos: dato y referencia al siguiente nodo

Constructor para inicializar el dato

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

La clase Node (sin genéricos)

```
public class Node {  
    private Object info;  
    private Node next;  
  
    public Node(Object info) {...}  
  
    public Node getNext() {...}  
    public void setNext(Node next) {...}  
    public Object getInfo() {...}  
    public void setInfo(Object info) {...}
```

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

Ejercicio 2



- Completa el código de la clase Node. Incluye tres constructores: uno que no recibe información para inicializar ningún atributo; otro que permite inicializar el atributo **info**, y otro que permite inicializar los dos atributos

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

La clase MyLinkedList

```
public class MyLinkedList<E> {  
    private Node<E> first;  
  
    public MyLinkedList() {...}  
  
    public void insert(E info) {...}  
    public E extract() {...}  
    public void insert(E info, Node<E> previous) {...}  
    public E extract(Node<E> previous) {...}  
    public void print() {...}  
    public Node<E> searchLastNode() {...}  
    public int search(E info) {...}
```

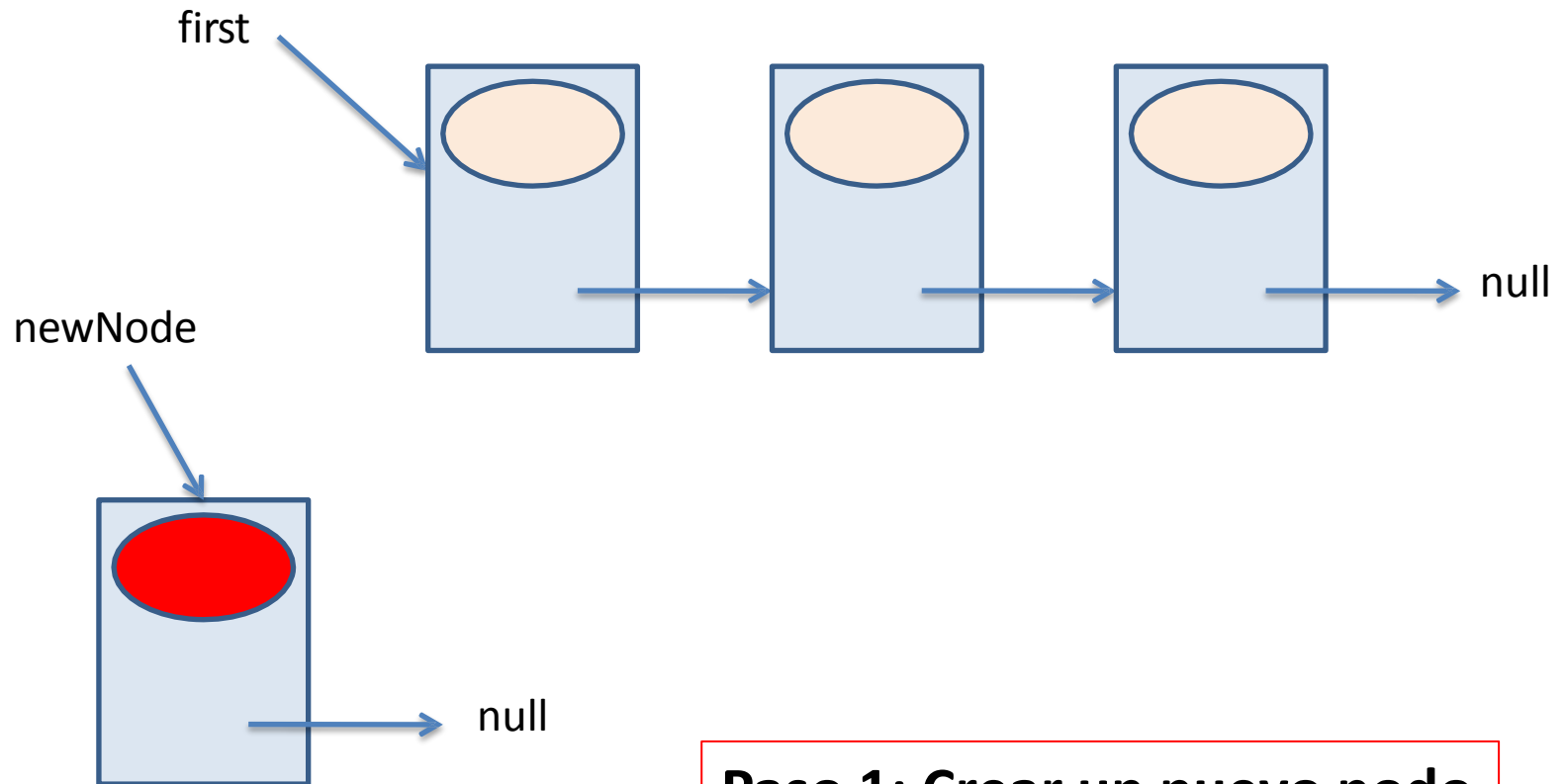
Cartagena99

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

Inserción al principio

```
public void insert(E info)
```



Paso 1: Crear un nuevo nodo

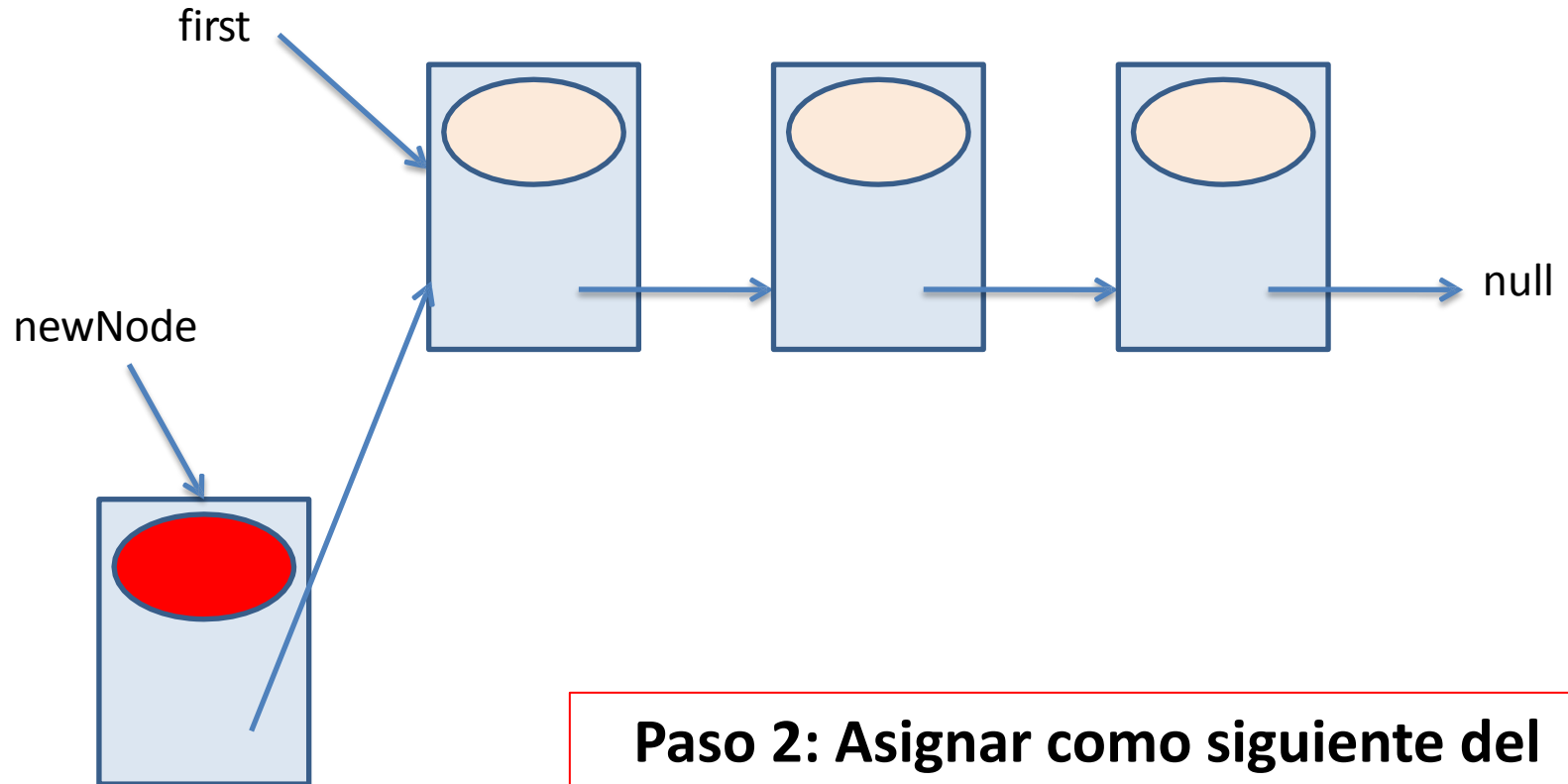
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Inserción al principio

```
public void insert(E info)
```



Paso 2: Asignar como siguiente del

nodo creado al primero de la lista

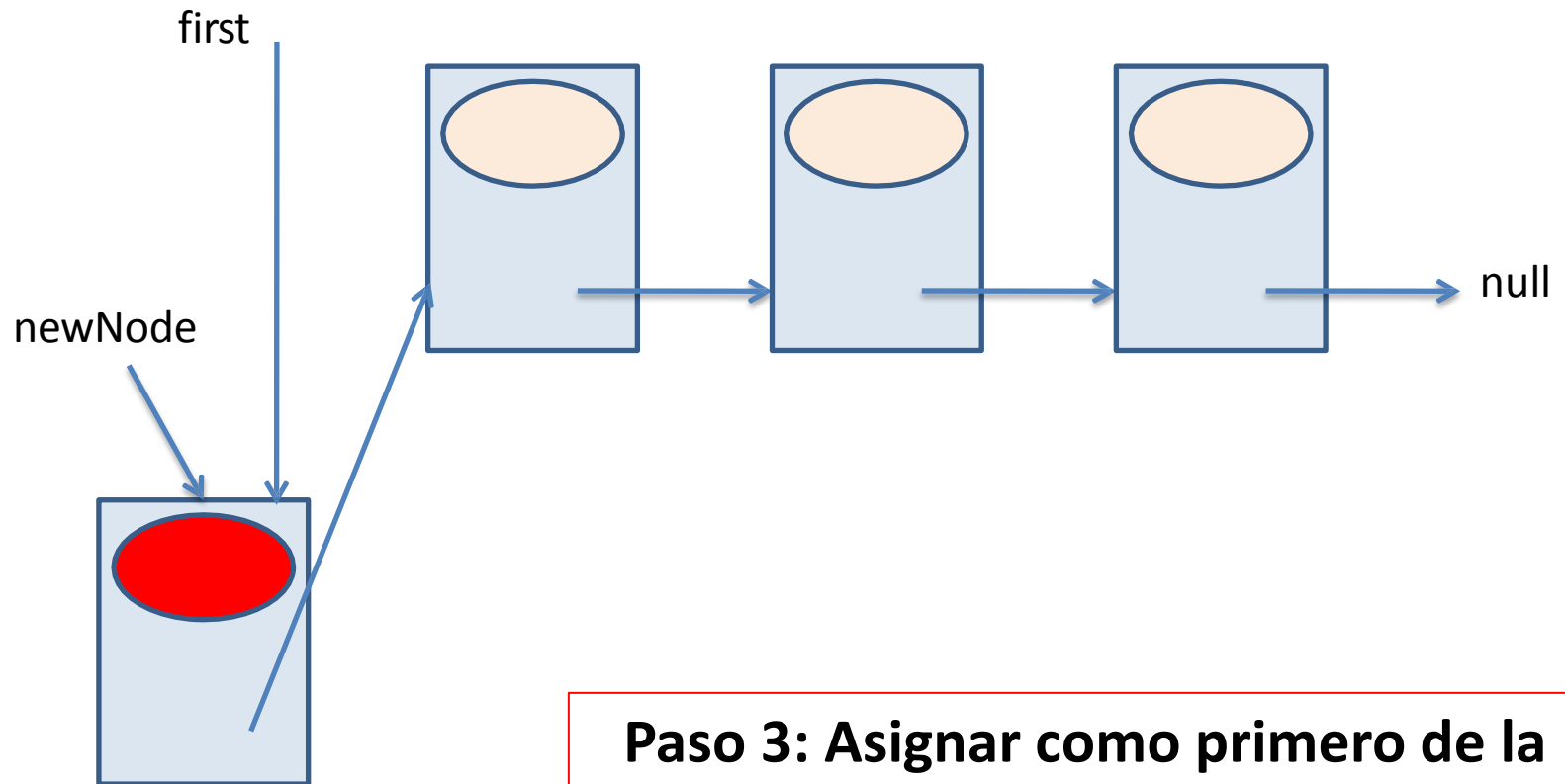
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Inserción al principio

```
public void insert(E info)
```



Paso 3: Asignar como primero de la

lista al nodo creado

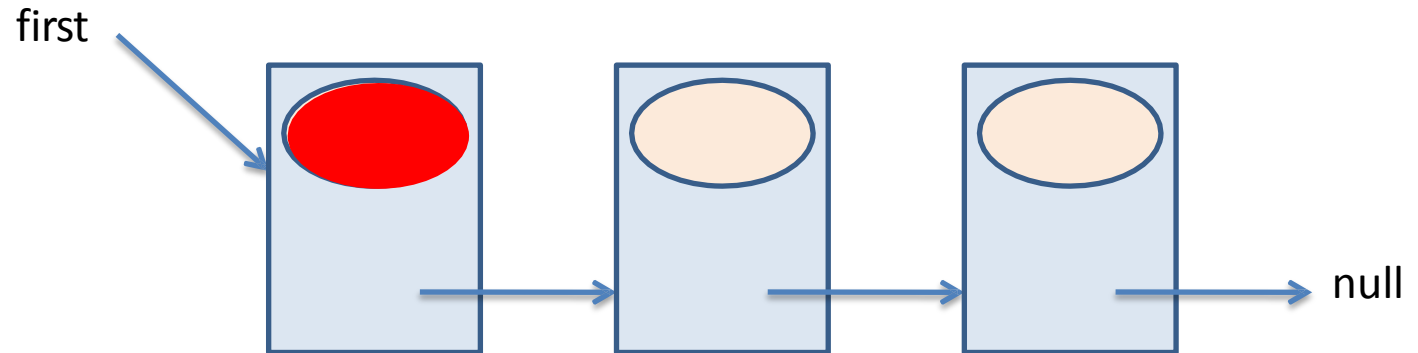
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Extracción del primer nodo

```
public E extract()
```



Paso 1: Comprobar que la lista no está vacía

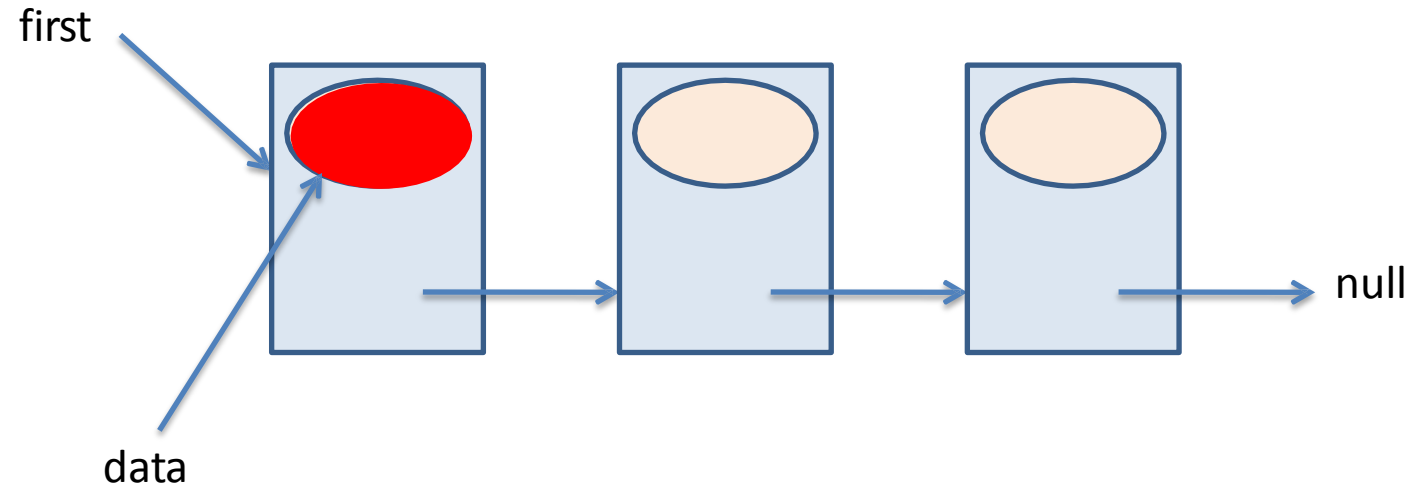
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Extracción del primer nodo

```
public E extract()
```



Paso 2: Recuperar la información del

node a extraer

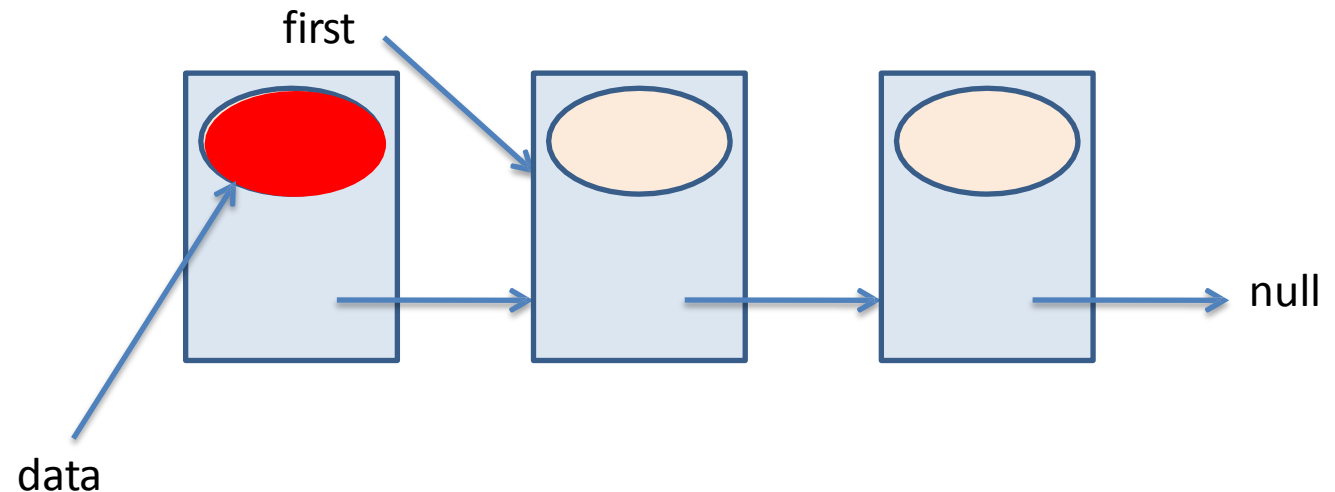
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Extracción del primer nodo

```
public E extract()
```



Paso 3: Asignar como primer nodo de

la lista al segundo

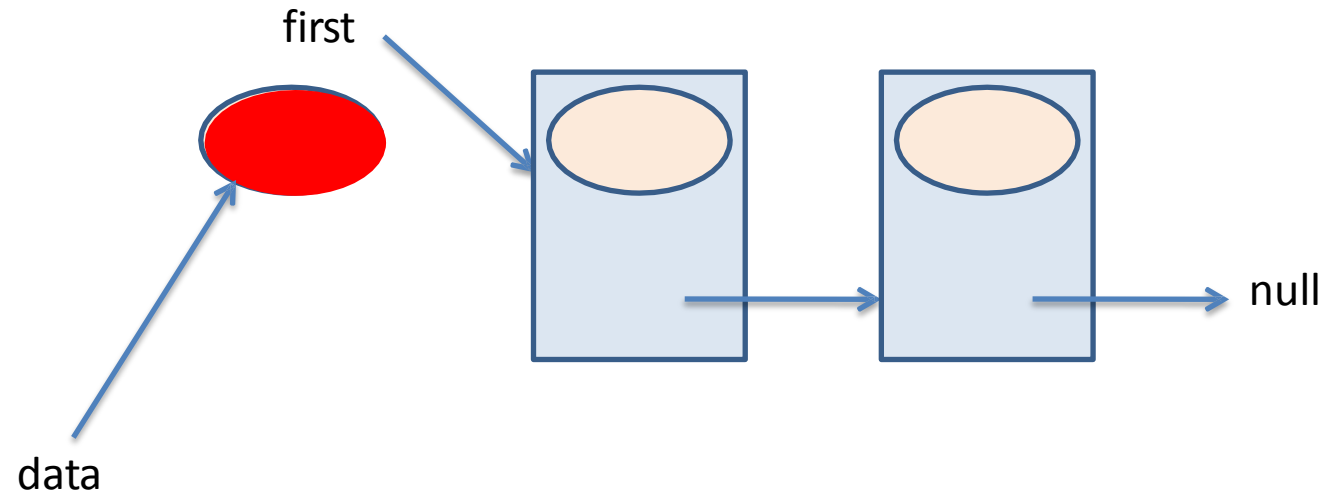
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Extracción del primer nodo

```
public E extract()
```



El nodo queda aislado y ya no pertenece a la lista

Paso 4: Devolver el dato

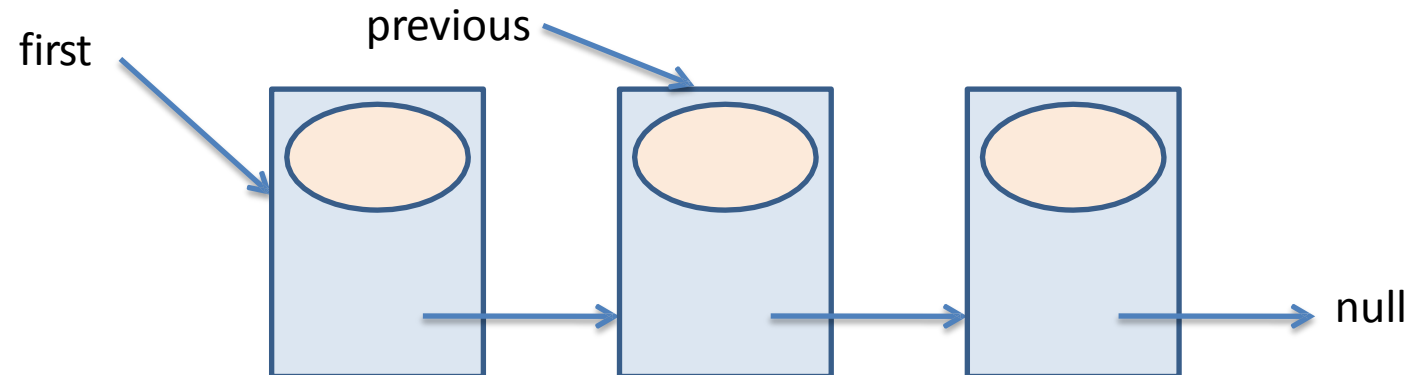
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Inserción en un punto intermedio

```
public void insert(E info, Node<E> previous)
```



Paso 1: Comprobar que previous no es null

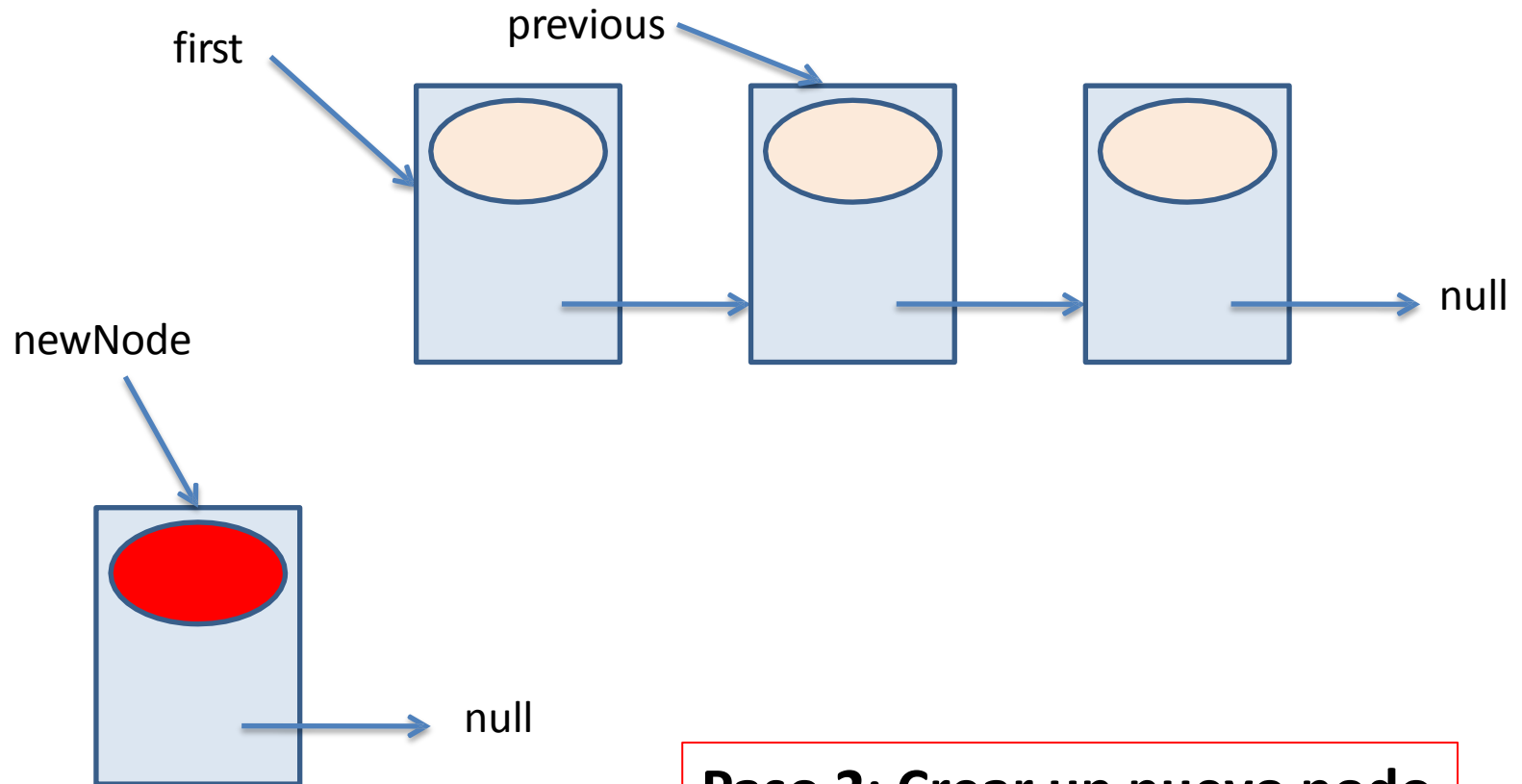
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Inserción en un punto intermedio

```
public void insert(E info, Node<E> previous)
```



Paso 2: Crear un nuevo nodo

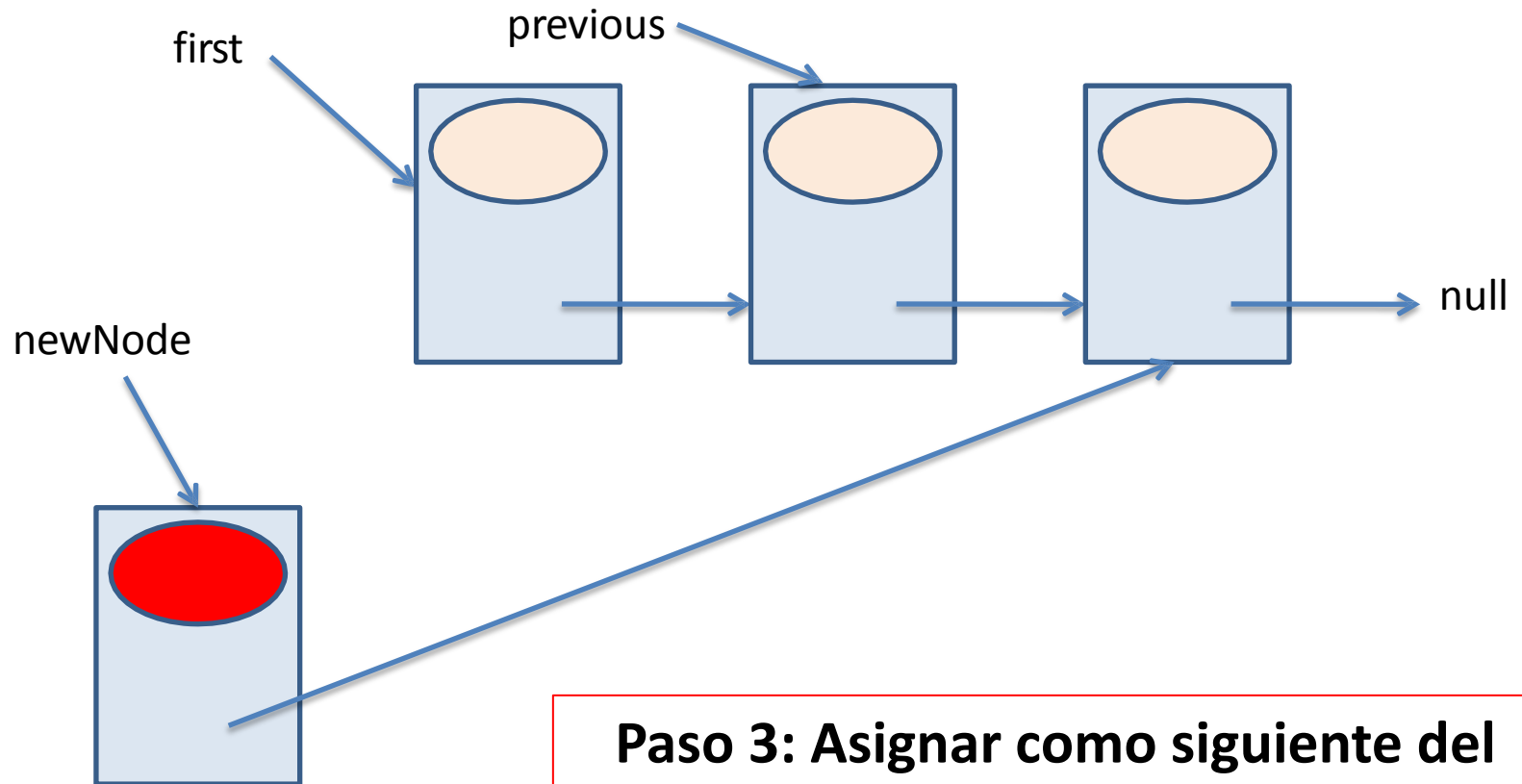
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Inserción en un punto intermedio

```
public void insert(E info, Node<E> previous)
```



Paso 3: Asignar como siguiente del

node creado el siguiente a previous

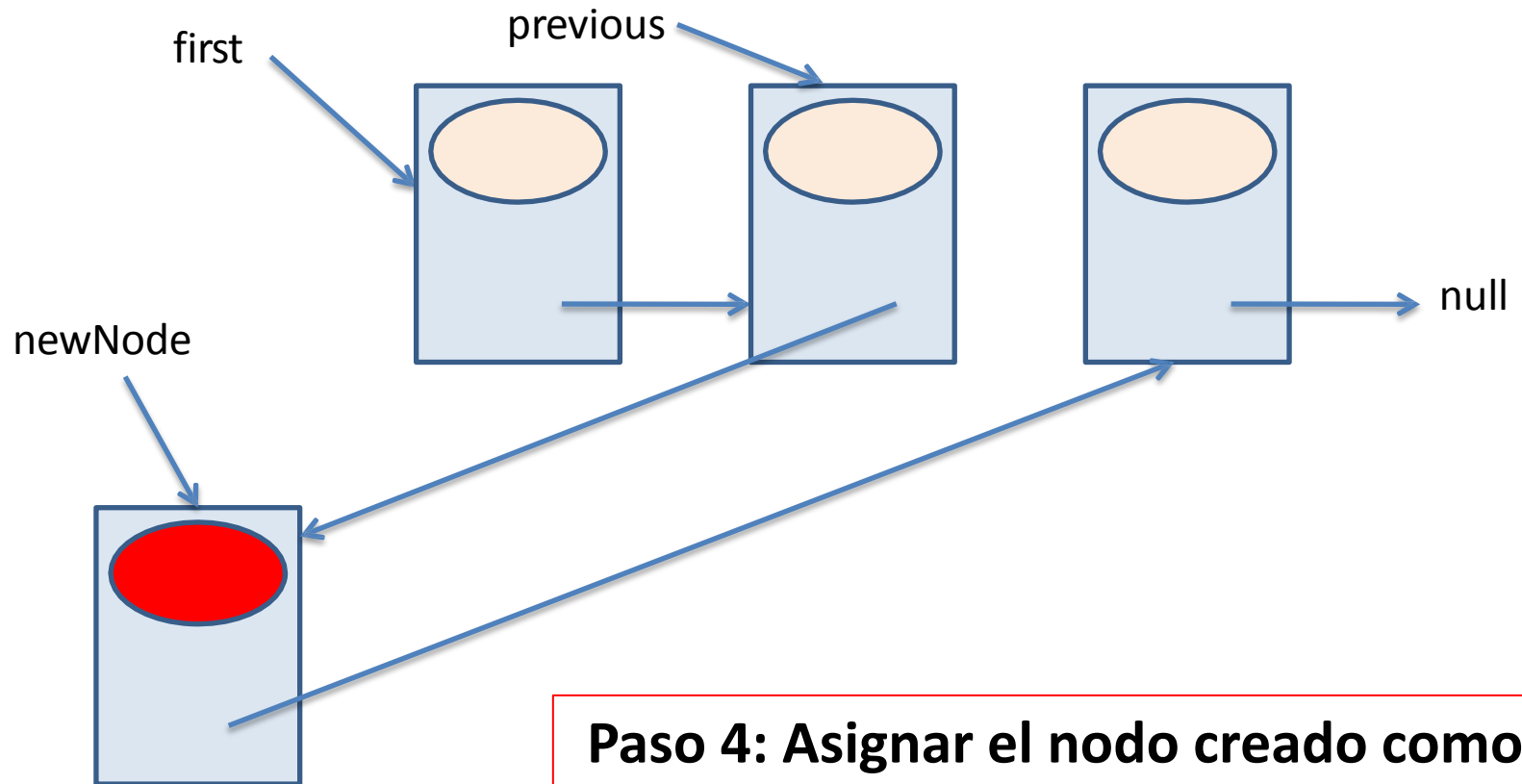
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Inserción en un punto intermedio

```
public void insert(E info, Node<E> previous)
```



Paso 4: Asignar el nodo creado como

el siguiente o previous

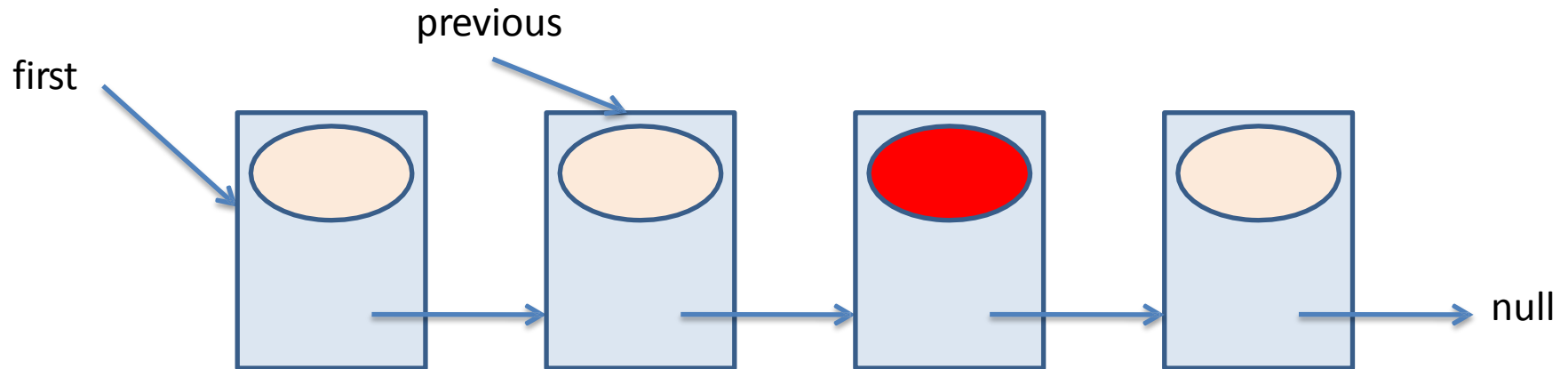
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Eliminación de un dato intermedio

```
public E extract(Node<E> previous)
```



**Paso 1: Comprobar que la lista no está vacía.
Comprobar que previous no es null.**

Comprobar que el siguiente a previous no es null

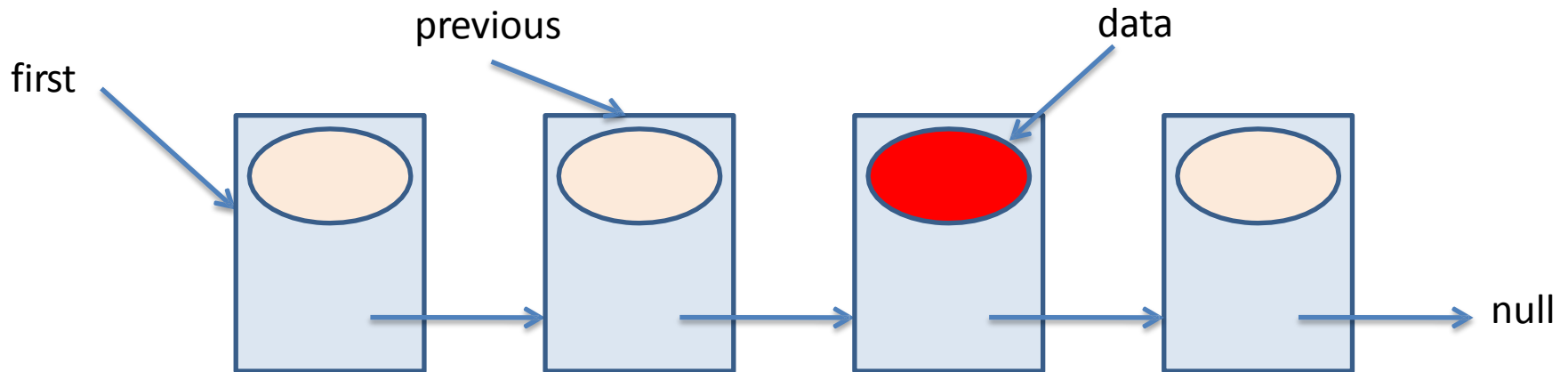
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Eliminación de un dato intermedio

```
public E extract(Node<E> previous)
```



Paso 2: Recuperar la información del nodo a extraer

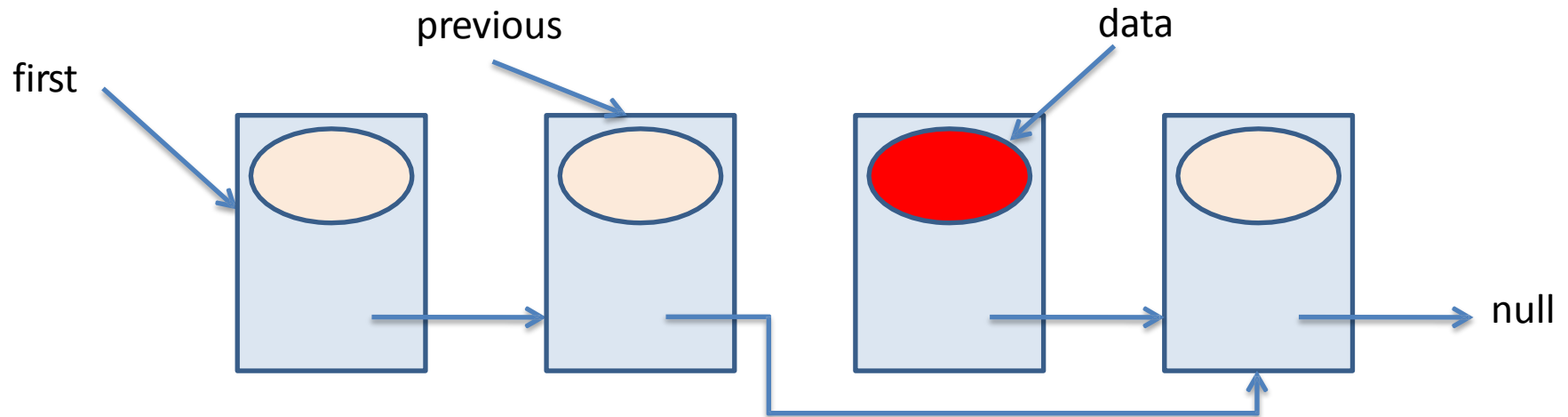
CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Eliminación de un dato intermedio

```
public E extract(Node<E> previous)
```



Paso 3: Asignar como siguiente a

previous el siguiente al nodo a extraer

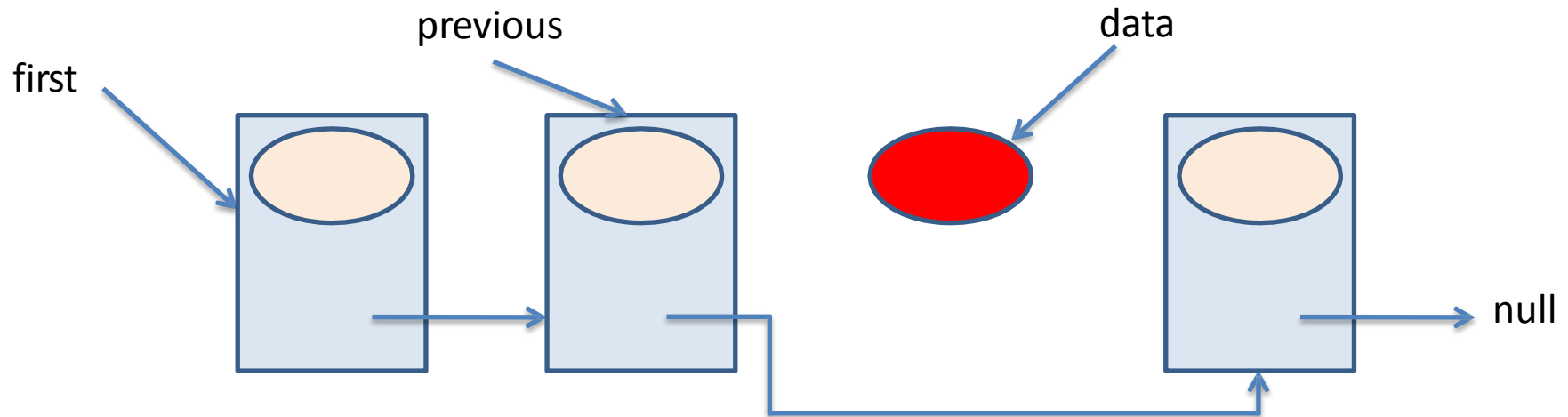
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Eliminación de un dato intermedio

```
public E extract(Node<E> previous)
```



El nodo queda aislado y ya no pertenece a la lista

Paso 4: Devolver el dato

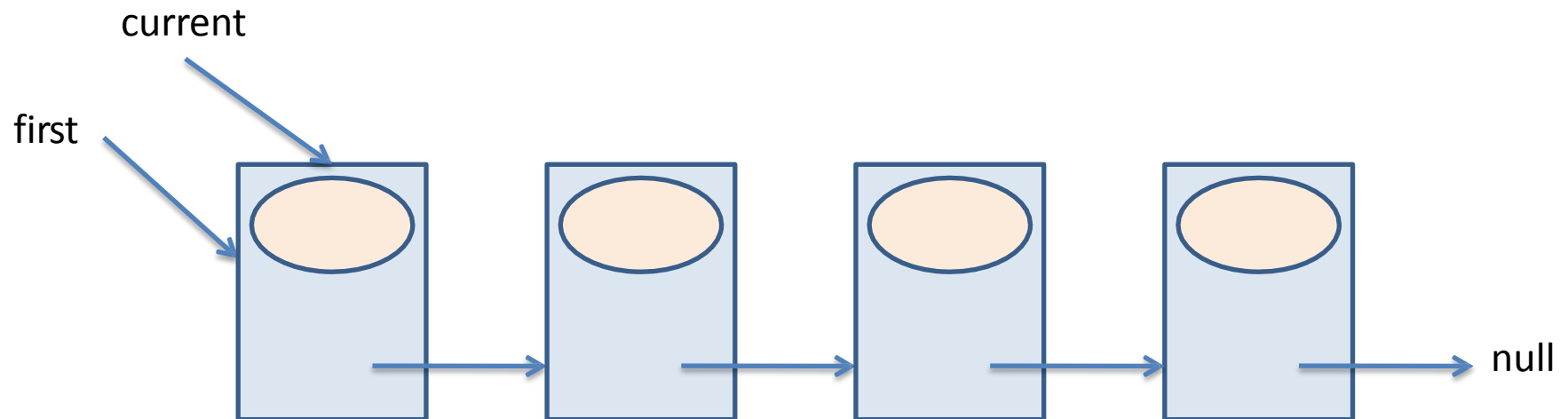
CLASES PARTICULARES, TUTORIAS TECNICAS ONLINE
LLAMA O ENVIA WHATSAPP: 689 45 44 70

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

Cartagena99

Recorrido de la lista e impresión

```
public void print()
```



```
Node<E> current = first;  
while (current != null) {  
    System.out.println(current.getInfo());  
}
```

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

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

Cartagena99

Recorrido: buscar el último nodo

```
public Node<E> searchLastNode()
```

- Se avanza una referencia hasta localizar un nodo cuyo siguiente sea null:

```
public Node<E> searchLastNode() {  
    Node<E> last = null;  
    Node<E> current = first;  
    if (current != null) {  
        while (current.getNext() != null) {  
            current = current.getNext();  
        }  
        last = current;  
    }  
}
```

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

Cartagena99

Recorrido: buscar posición de un dato

```
public int search(E info)
```

- Se avanza una referencia hasta localizar el dato.
Se va incrementando un contador al mismo tiempo:

```
public int search(E info) {  
    int pos = 1;  
    Node<E> current = first;  
    while (current != null  
        && !current.getInfo().equals(info)) {  
        pos += 1;  
        current = current.getNext();  
    }  
    if (current != null){
```

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

Cartagena99

Ejercicio 3



- Crea el método `public int numberOfOccurrences(E info)`, que devuelva el número de nodos de una lista enlazada cuya información almacenada es la misma que la proporcionada como argumento

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

Ventajas de las listas enlazadas

- Inserción y extracción de nodos con coste independiente del tamaño de la lista
- Concatenación y partición listas con coste independiente del tamaño de las listas
- No hay necesidad de grandes cantidades de memoria contigua
- El uso de memoria se adapta dinámicamente al

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

Desventajas de las listas enlazadas

- Acceso a posiciones intermedias con coste dependiente del tamaño de la lista
- Necesidad de memoria adicional para almacenar los objetos **Node** con sus atributos

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

Ejercicio 4



- Crea una Lista Enlazada de diez elementos de tipo entero e inicialízalos todos con el valor 0. Después inserta un elemento adicional con valor 1 en la cuarta posición de la Lista Enlazada. Asume que ya existen la clase **Node** y la clase **MyLinkedList** tal y como se han programado anteriormente.

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