Copia de Objetos

Dpto. Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Granada

Programación y Diseño Orientado a Objetos

(Curso 2020-2021)

Créditos

- Las siguientes imágenes e ilustraciones son libres y se han obtenido de:
  - Emojis, `https://pixabay.com/images/id-2074153/`
- El resto de imágenes e ilustraciones son de creación propia, al igual que los ejemplos de código

Objetivos

- Entender la diferencia entre realizar
  - Copia de identidad
  - Copia de estado superficial
  - Copia de estado profunda
- Entender qué son los objetos inmutables
  y su relación con la copia de objetos
- Saber qué es la copia defensiva
  y los problemas que puede haber si no se usa
- Saber realizar copias profundas con clone
  y con constructores de copia

Contenidos

Introducción a la copia de objetos

- Una operación muy habitual en programación es esta:

Pseudocódigo: Asignación

```
1 copia = original;
2 // ¿Qué se realiza con dicha operación?
3 // Si modifico original ¿se ve afectada copia? ¿Y si modifico copia?
```

- No es una operación trivial tratándose de objetos
- De hecho, existen distintos casos:
  - Copia de identidad
  - Copia de estado
    - ¿Y si un atributo del objeto a copiar referencia a otro objeto?
    - ¿Cómo lo copiamos? ¿Por identidad o por estado?
    - Si es por estado, ¿cuándo parar?
  - Todo esto puede quedar “oculto” bajo el operador de asignación

Introducción a la copia de objetos

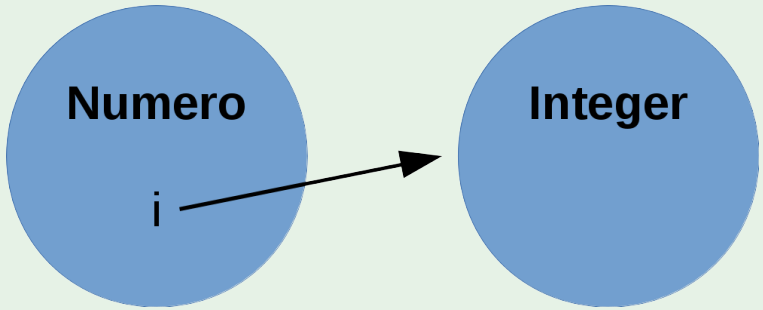
- Aparecen dos conceptos
  - Profundidad de la copia
    - ★ Hasta que nivel se van a realizar copias de estado en vez de identidad
  - Inmutabilidad de los objetos
    - ★ Un objeto es inmutable si no dispone de métodos que modifiquen su estado
- Hay que tener cuidado con los objetos que referencian a otros si estos no son inmutables ★ ¿Por qué?

Ejemplo

- ¿Por qué puede ser necesario realizar copias de estado?

Java: Una clase mutable que almacena un entero

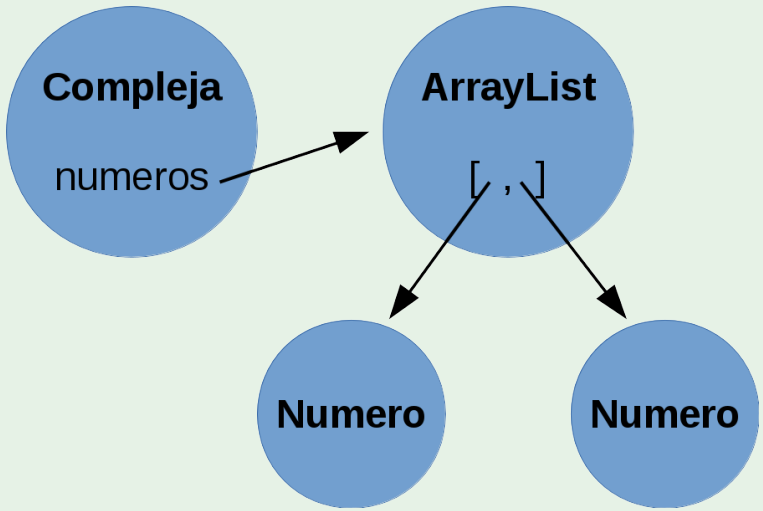
```
1  class Numero{
2      private Integer i;
3
4      public Numero(Integer a) {
5          i = a;
6      }
7
8      public void inc() {
9        // Este método modifica el estado del objeto
10       // La clase es  mutable
11
12         i++;
13     }
14
15     @Override
16     public String toString() {
17         return i.toString();
18     }
19 }
```



Ejemplo

Java: Una clase que es una colección de los números anteriores

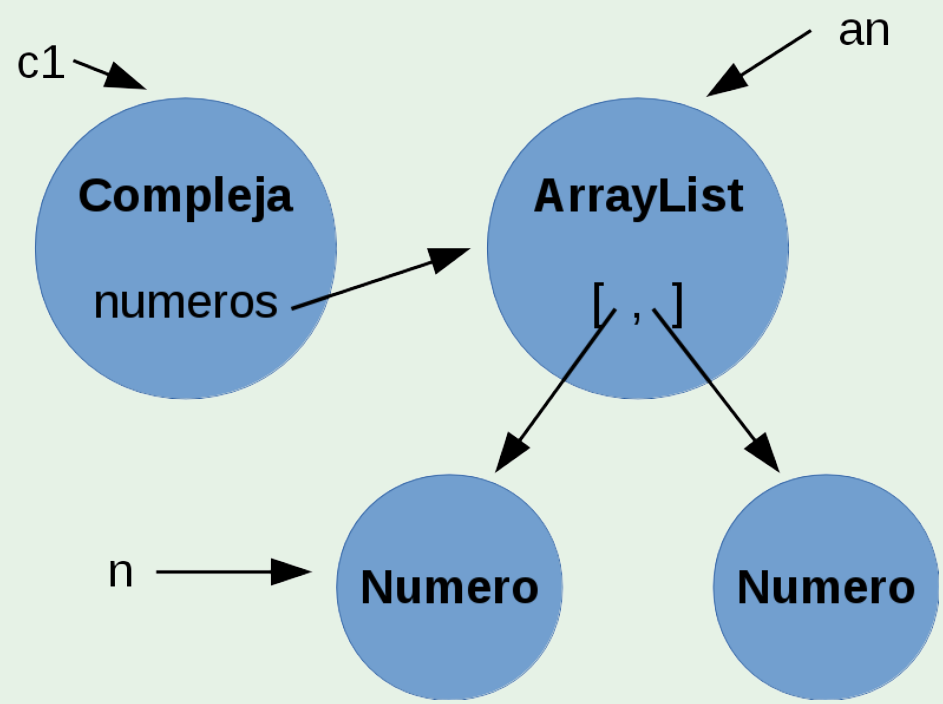
```
1  class Compleja {
2      // Clase mutable que referencia a objetos mutables
3
4      private ArrayList<Numero> numeros;
5
6      public Compleja() {
7          numeros = new ArrayList<>();
8      }
9
10     public void add(Numero i) {
11         numeros.add(i);
12     }
13
14     ArrayList getNumeros() {
15         return numeros;
16     }
17 }
```



Ejemplo

Java: Probamos las clases anteriores

```
1  Compleja c1 = new Compleja();
2
3  c1.add (new Numero(1));
4  c1.add (new Numero(2));
5
6  // Acceso sin restricción a la lista
7  ArrayList<Numero> an = c1.getNumeros();
8  an.clear();
9  c1.add (new Numero(33));
10
11 for (Numero i : c1.getNumeros()) {
12     System.out.println(i); // R--> 33
13 }
14 //Se devuelven referencias al estado interno
15 Numero n = c1.getNumeros().get(0);
16 n.inc();
17
18 for(Numero i : c1.getNumeros()) {
19     System.out.println(i); // R--> 34
20 }
```



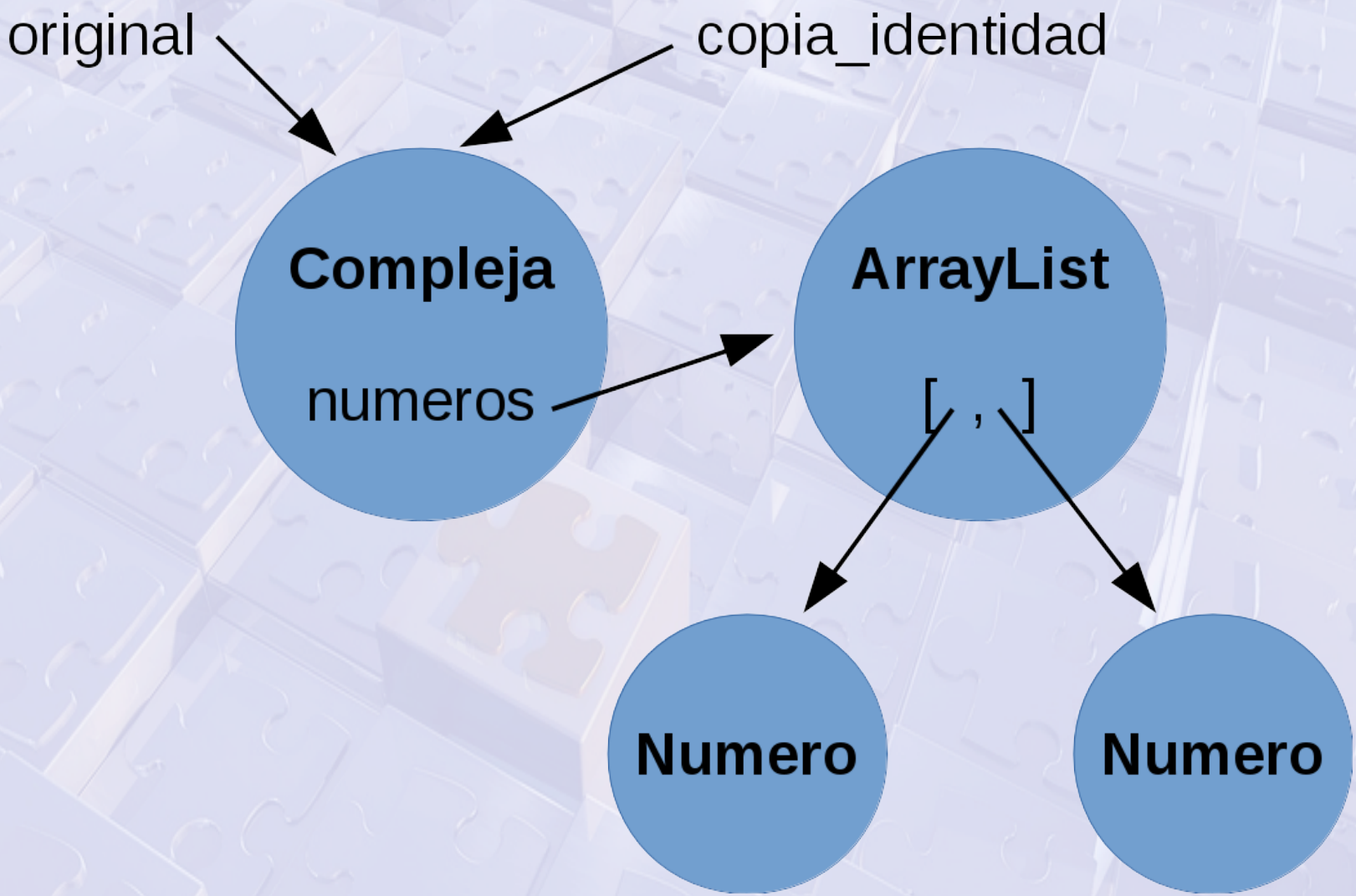
- Se expone:
  - El estado de los objetos Compleja
  - El de los objetos Numero referenciados por los objetos Compleja

Copia defensiva

- Alude a devolver una copia de estado en vez de devolver una copia de identidad
  - Objetivo: Evitar que el estado de un objeto se modifique sin usar los métodos que la clase designa para ello
  - Requisito: Realizar copias profundas y no solo copias superficiales
  - Cuándo: Los consultores deben usar este recurso con los objetos mutables que devuelvan
- En el ejemplo anterior:
  - La lista de números no es inmutable porque existen métodos para poder alterarla
  - Se debería duplicar la lista y devolver esa copia en el consultor getNumeros()

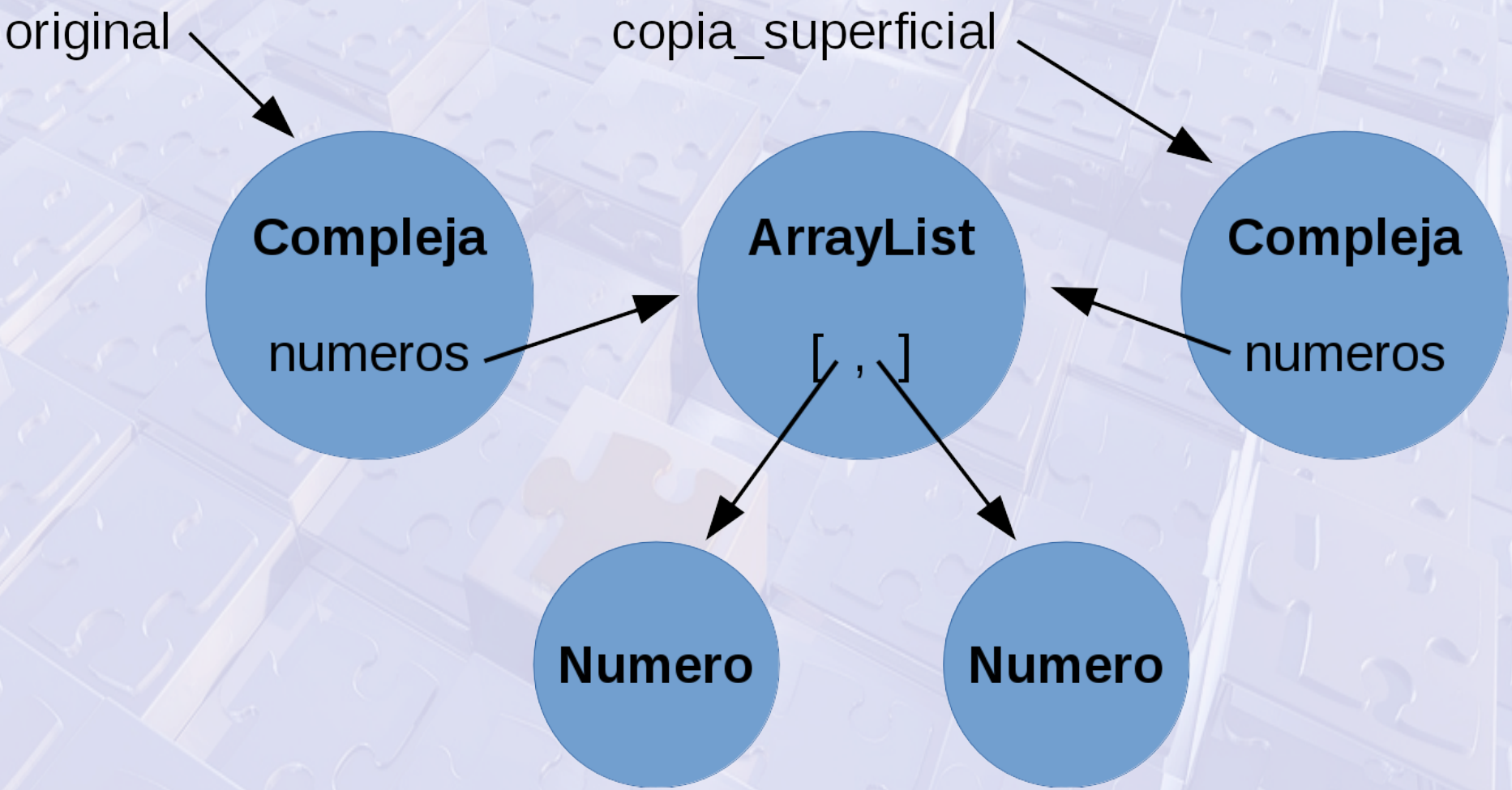
Tipos de copia

Copia de identidad



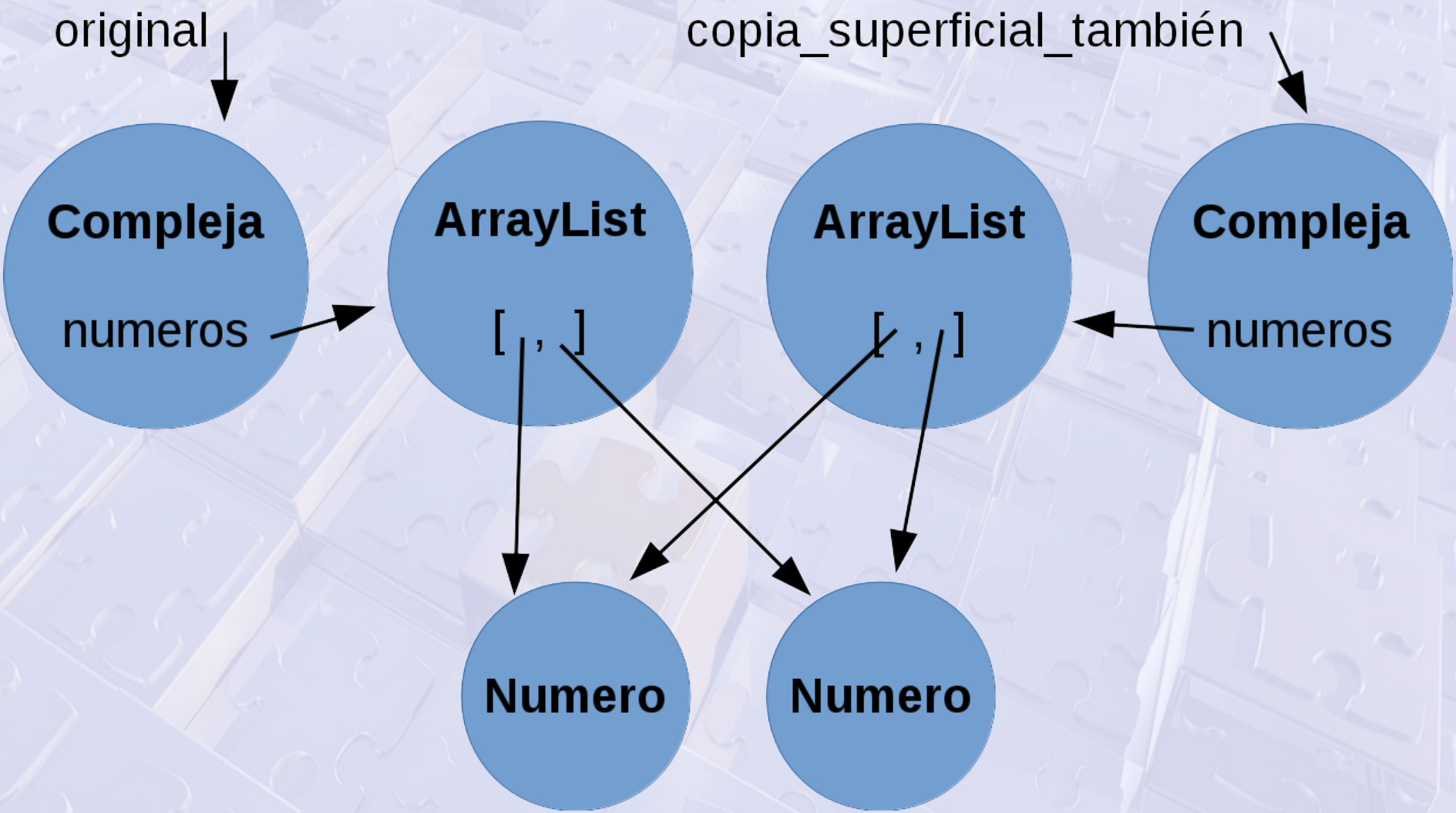
Tipos de copia

Copia superficial



Tipos de copia

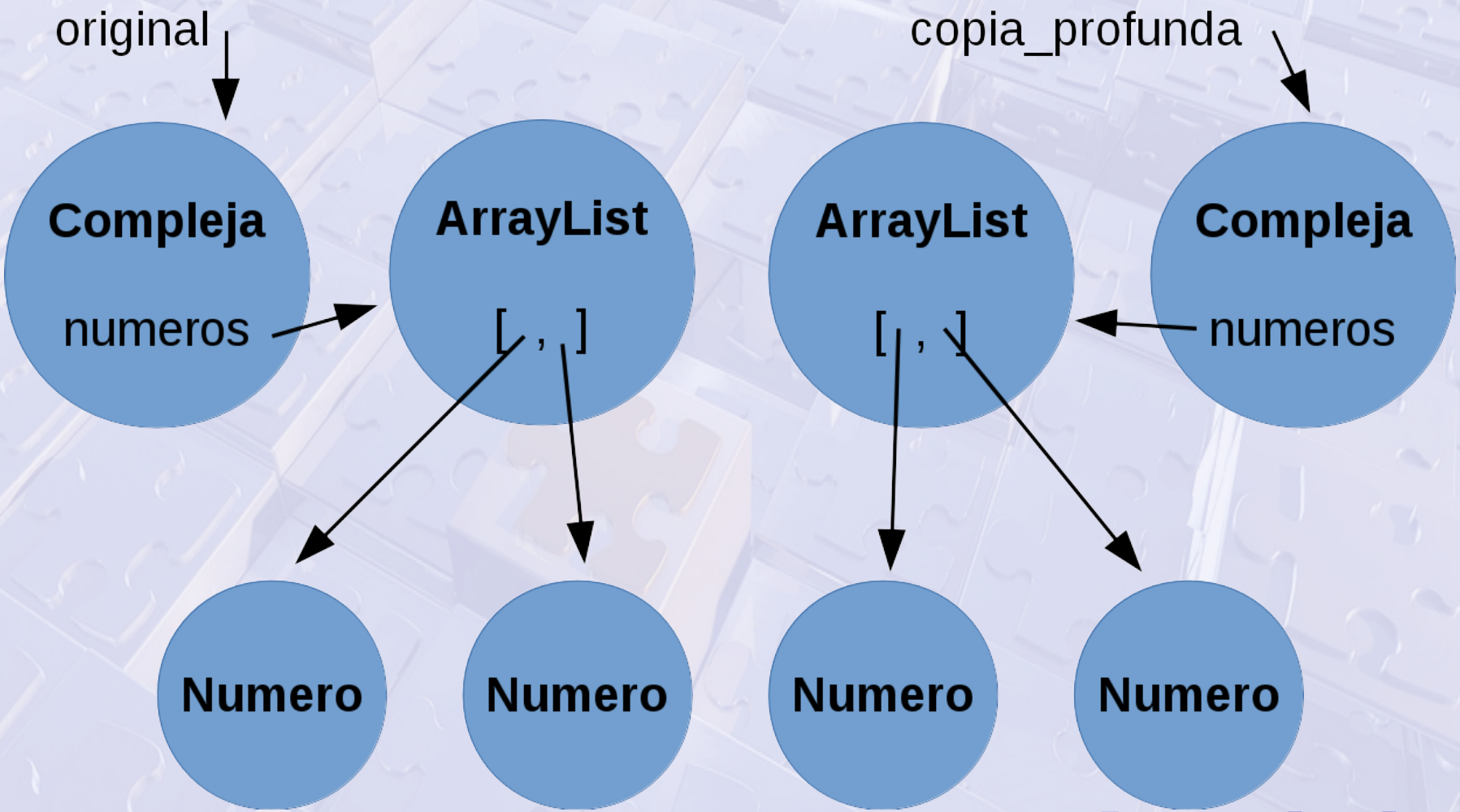
Copia superficial



Tipos de copia

Copia profunda

- **Todos** los objetos mutables se han duplicado



Ejemplo

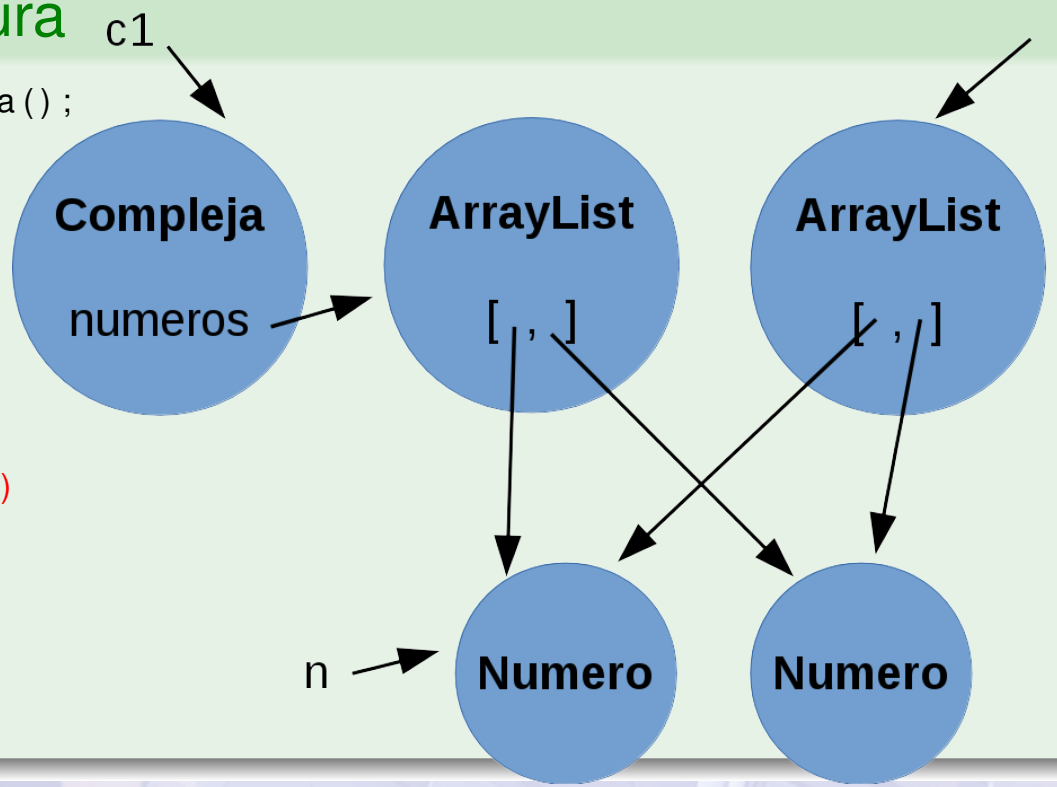
Java: Version un poco más segura de la clase Compleja

```
1  class ComplejaSegura {
2      private ArrayList numeros;
3
4      public ComplejaSegura() {
5          numeros = new ArrayList();
6      }
7
8      public void add(Numero i) {
9          numeros.add(i);
10     }
11
12     ArrayList getNumeros() {
13         return (ArrayList) (numeros.clone());
14         // Usamos clone para devolver una copia del estado de numeros
15     }
16 }
```

Ejemplo

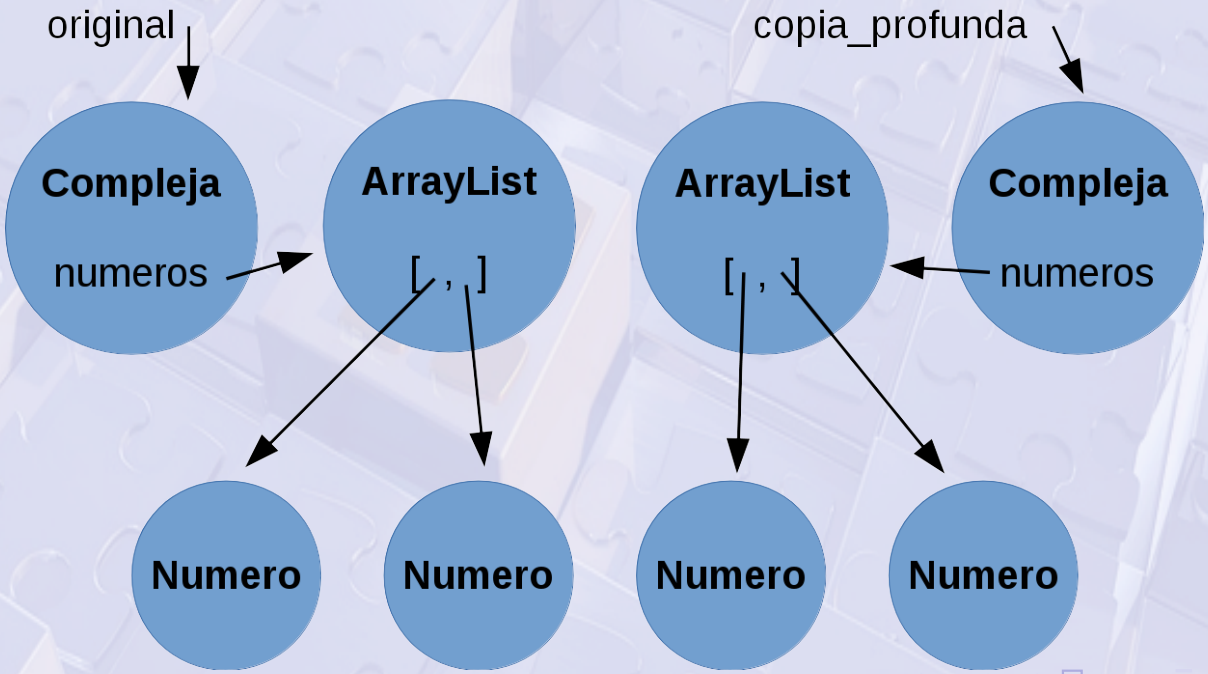
Java: Usando ComplejaSegura

```
1 ComplejaSegura c1 = new ComplejaSegura();
2
3 c1.add (new Numero(3));
4 c1.add (new Numero(2));
5
6 c1.getNumeros().clear();
7 for(Numero i : c1.getNumeros()) {
8     System.out.println(i);
9 } // R --> 3 2    OK!   :-)
10
11 ArrayList<Numero> an = c1.getNumeros()
12 Numero n = an.get(0)
13 n.inc(); // Sigue siendo un problema
14
15 for(Numero i:c1.getNumeros()) {
16     System.out.println(i);
17 } // R--> 4 2    :-(
```



Copia profunda

- Hay que llegar a nivel requerido en cada caso
- En el ejemplo anterior no solo hay que duplicar la lista sino también los elementos de la misma
  - En caso contrario ambas listas compartirán las referencias a los mismos objetos
  - Y eso es un problema al tratarse de objetos mutables



Ejemplo

Java: Mejorando la clase Numero

```
1  class Numero implements Cloneable{
2      private Integer i;
3
4      public Numero(Integer a) {
5          i = a;}
6
7      public void inc() {
8          i++;}
9
10     @Override
11     public Numero clone() throws CloneNotSupportedException {
12
13         return (Numero) super.clone();
14
15         // Los objetos de la clase Integer son inmutables
16         // por ello, la implementación realizada es válida
17         // no siendo necesaria la implementación que está comentada
18         // Ésta sí sería necesaria para objetos mutables
19
20         /*
21         Numero nuevo = (Numero) super.clone()
22         nuevo.i = i.clone();
23         return nuevo;
24         */
25     }
26 }
```

Ejemplo

Java: Mejorando más la clase Compleja

```
1  class ComplejaMasSegura implements Cloneable {
2    // ...
3      ArrayList getNumeros() {
4      //Este método hace una copia profunda de cada uno de los elementos de la colección
           numeros en un nuevo array
5          ArrayList nuevo = new ArrayList();
6          Numero n = null;
7          for (Numero i : this.numeros) {
8            try {
9              n = i.clone();
10           } catch (CloneNotSupportedException e) {
11             System.err.println ("CloneNotSupportedException" );
12           }
13           nuevo.add (n);
14         }
15         return (nuevo);
16     }
17
18     @Override
19     public ComplejaMasSegura clone() throws CloneNotSupportedException {
20         ComplejaMasSegura nuevo= (ComplejaMasSegura) super.clone();
21         nuevo.numeros = this.getNumeros(); // Ya se hace copia profunda
22         return nuevo; }
23
24     // También habría que modificar el método   public void add (Numero i)
25     // ¿Cómo se implementaría?
26 }
```

`clone` y la interfaz `Cloneable`

- Al utilizar este mecanismo se redefine

```
1    protected Object clone() throws CloneNotSupportedException
```

- Se suele redefinir de la siguiente forma

```
1    public MiClase clone() throws CloneNotSupportedException
```

- El método creado debe crear una copia base (`super.clone()`) y crear copias de los atributos no inmutables
  - Esto último puede conseguirse usando también el método clone sobre esos atributos

Reflexiones sobre `clone` y la interfaz `Cloneable`

- Según la documentación oficial
  - *Creates and returns a copy of this object. The precise meaning of "copy" may depend on the class of the object. The general intent is that, for any object x, the expressions are true:*

```
1    x.clone() != x
2    x.clone().getClass() == x.getClass()
3    x.clone().equals(x)
4    //These are not absolute requirements!!!!
```

  - *By convention, the object returned by this method should be independent of this object (which is being cloned)*

Reflexiones sobre `clone` y la interfaz `Cloneable`

- La interfaz Cloneable no define ningún método.
- Esto rompe con el significado habitual de una interfaz en Java

```
1  class Raro implements Cloneable {
2    //Este código no produce errores
3  }
```

- En la clase Object se realiza la comprobación de si la clase que originó la llamada a clone implementa la interfaz
- Si no es así se produce una excepción

Reflexiones sobre `clone` y la interfaz `Cloneable`

- El hecho de que la interfaz Cloneable no se comporte como el resto de interfaces y que el funcionamiento del sistema de copia de objetos basado en el método clone esté basado en "recomendaciones" ha sido ampliamente criticado por diversos autores
- Otro hecho también muy criticado es el relativo a que al utilizar el método clone no intervienen los constructores en todo el proceso
- Los atributos "final" no son compatibles con el uso de clone

Constructor copia

- También es posible copiar objetos creando un constructor que acepte como parámetro objetos de la misma clase
- Este constructor se encargaría de hacer la copia profunda
- Este esquema presenta algunos problemas cuando se utilizan jerarquías de herencia

Ejemplo

Java: Constructor de copia

```
1 class A {
2     private int x;
3     private int y;
4
5     public A (int a,int b) {
6         x = a;
7         y = b;
8     }
9
10    public A (A a) {
11        x = a.x;
12        y = a.y;
13    }
14
15    @Override
16    public String toString() {
17        return "(" + Integer.toString(x) + "," + Integer.toString(y) + ")";
18    }
19 }
```

Ejemplo

Java: Constructor de copia en una clase que hereda de A

```
1  class B extends A {
2      private int z;
3
4      public B (int a, int b, int c) {
5          super (a, b);
6          z = c;
7      }
8
9      public B (B b) {
10         super (b);
11         z = b.z;
12     }
13
14     @Override
15     public String toString() {
16         return super.toString() + "(" + Integer.toString(z) + ")";
17     }
18 }
```

Ejemplo

Java: Usamos las clases anteriores

```
1 A a1 = new A(11, 22);
2 A a2 = new B(111, 222, 333);
3 A a3;
4
5 // El que se ejecute esta línea o la siguiente determina
6 // el constructor copia al que llamar
7
8 // a3 = a1;
9 a3 = a2;
10
11 A a4 = null;
12
13 // ¿ a3 es un A o un B ?
14
15 // a4 = new A(a3);
16 a4 = new B((B) a3);
17
18 System.out.print(a4);
```

Ejemplo

Java: Usamos reflexión para evitar el problema anterior

```
1  import java.lang.reflect.*;
2
3  // Obtenemos el constructor copia
4  Class cls = a3.getClass();
5  Constructor constructor = null ;
6  try {
7    constructor = cls.getDeclaredConstructor(cls);
8  } catch (NoSuchMethodException e) {}
9
10 //Usamos el constructor copia
11 try {
12   a4 = (A) ((constructor == null) ? null : constructor.newInstance (a3));
13 } catch (InstantiationException ex) {
14   Logger.getLogger(Reflexion.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
15 } catch (IllegalAccessException ex) {
16   Logger.getLogger(Reflexion.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
17 } catch (IllegalArgumentException ex) {
18   Logger.getLogger(Reflexion.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
19 } catch (InvocationTargetException ex) {
20   Logger.getLogger(Reflexion.class.getName()).log(Level.SEVERE, null, ex);
21 }
```

Ruby y `clone`

- En Ruby el método clone de la clase Object también realiza la copia superficial
- Si se desea realizar la copia profunda debe realizarla el programador

Copia por serialización

- En Ruby se puede recurrir a la serialización, deserialización para crear una copia profunda

```
1   b = Marshal.load ( Marshal.dump(a) )
```

- En este proceso el objeto se convierte a una secuencia de bits y después se construye otro a partir de esta secuencia
- Esta última técnica también es aplicable a Java y en ambos casos es poco eficiente, no aplicable en todos los escenarios
- La documentación de Ruby advierte que el uso del método load puede llevar a la ejecución de código remoto

Copia de objetos

→ *Diseño* ←

- Entonces, ¿en todas las asignaciones de parámetros mutables y en todas las devoluciones de atributos mutables debemos realizar copias defensivas?
  - No tiene porqué. Depende:
    - ★ De dónde vengan los parámetros a asignar
    - ★ A quién se le dé el atributo
    - ★ Del software que se esté desarrollando, etc.
  - Hay que estudiar cada caso y decidir
  - Por ejemplo:
    - ★ No es igual diseñar un paquete que solo es usado por nuestro equipo de desarrollo (como el caso del paquete Civitas)
    - ★ Que diseñar una biblioteca genérica que van a usar terceros (como una biblioteca con clases matemáticas genéricas)
    - ★ En el segundo caso podemos ser “más defensivos” que en el primero

Copia de Objetos

Dpto. Lenguajes y Sistemas Informáticos
Universidad de Granada

Programación y Diseño Orientado a Objetos

(Curso 2020-2021)