

Tipos genéricos y el Framework de Colecciones de JAVA

Tipos genéricos

Interfaces Centrales

- Collection
- Set y SortedSet
- List
- Queue
- Map y SortedMap

Interfaces Secundarias

- Iterator y ListIterator

Implementaciones: HashSet, HashMap, ArrayList, LinkedList, TreeSet, TreeMap, etc.

Tipos Genéricos

Introducción

- En JAVA se denomina **Genéricos** a la capacidad del lenguaje de **definir** y **usar tipos** (clases e interfaces) y **métodos genéricos**.
- Los **tipos** y **métodos genéricos difieren** de los **regulares** porque contienen **tipos de datos como parámetros formales**.
- Los **tipos genéricos** se incorporaron en JAVA para proveer **chequeo de tipos en compilación**.

```
public class LinkedList <E> extends AbstractSequentialList <E> implements List<E>, Queue<E>, Cloneable, Serializable
```

LinkedList es un tipo Genérico.

E es un parámetro formal que denota el tipo de datos.

Los elementos que se almacenarán en la lista encadenada son del tipo desconocido E

- Los **tipos parametrizados** se forman al asignarle **tipos reales** a los **parámetros formales** que denotan tipos de datos.

```
LinkedList<String> listaStr; // Lista de Strings
```

```
LinkedList<Integer> listaInt = new LinkedList<Integer>(); // Lista de números enteros
```

```
Comparator<String> compara; // Comparador de Strings
```

El framework de colecciones del paquete java.util es genérico a partir de Java 5.0

Tipos Genéricos

¿Qué problemas resuelven los tipos genéricos?

Se evitan los errores en ejecución causados por el uso de *casting*.

```
List list = new ArrayList();  
list.add("abc");  
list.add(new Integer(5));
```

Sin genéricos

```
for(Object obj : list){  
    String str=(String)obj;  
}
```

El casteo de tipos dispara el siguiente error en ejecución:
ClassCastException

```
List<String> list1 = new ArrayList<String>();  
list1.add("abc");  
//list1.add(new Integer(5)); //error de compilación  
// "error: incompatible types: Integer cannot be  
// converted"  
for(String str: list1){  
    System.out.print(str.length());  
}
```

No es necesario
hacer casting

Con genéricos

Los "Genéricos" proveen una **mejora para el sistema de tipos:**

- permite operar sobre objetos de múltiples tipos.
- provee seguridad en compilación pudiendo detectar *bugs* (errores) en compilación.

Los programas que usan genéricos son **seguros, reusables**, es un **código limpio**.

Una **inserción errónea genera un mensaje de error en compilación** que indica exactamente qué es lo que está mal.

Tipos Genéricos

¿Cómo se declaran?

Un **tipo genérico** es un tipo de datos que **contiene uno o más tipos de datos como parámetros**. En la definición de los tipos genéricos la sección correspondiente a los parámetros continúa al nombre del tipo (clase, interface). Es una lista separada por comas y delimitada por los símbolos **<>**.

```
package genericos.definicion;  
public class ParOrdenado <X,Y> {  
    private X a;  
    private Y b;  
    public ParOrdenado (X a, Y b){  
        this.a=a;  
        this.b=b;  
    }  
    public X getA() {  
        return a; }  
    public void setA(X a) {  
        this.a = a; }  
    public Y getB() {  
        return b; }  
    public void setB(Y b) {  
        this.b = b; }  
}
```

El alcance de los identificadores **X** e **Y** es toda la clase **ParOrdenado**.

En el ejemplo, **X** e **Y** son usados en la declaración de variables de instancia y en los argumentos y tipos de retorno de los métodos de instancia.

Tipos Parametrizados

Instanciación de un tipo Genérico

Para usar un **tipo genérico** se deben especificar los **argumentos** que reemplazarán a los **parámetros formales** que denotan tipos de datos. Los argumentos pueden ser referencias a **tipos concretos** como String, Long, Date, etc o también **instanciaciones comodines**.

```
package genericos.definicion;
public class TestParOrdenado {
    public static void main(String[] args){
        ParOrdenado<String, Long> par = new ParOrdenado<>("hola", 23L);
        System.out.println("(" + par.getA() + ", " + par.getB() + ")");
        ParOrdenado<String, Color> nombreColor = new ParOrdenado<String, Color>("Rojo", Color.RED);
        System.out.println("(" + nombreColor.getA() + ", " + nombreColor.getB() + ")");
        ParOrdenado<Double, Double> coordenadas = new ParOrdenado<Double, Double>(17.3, 42.8);
        System.out.println("(" + coordenadas.getA() + ", " + coordenadas.getB() + ")");
    }
}
```

Autoboxing: el 23 es automáticamente convertido a Long

(hola, 23)

(Rojo, java.awt.Color[r=255,g=0,b=0])

(17.3, 42.8)

Las **instanciaciones** ParOrdenado<String, Long>, ParOrdenado<String, Color>, ParOrdenado<Double, Double> son **tipos parametrizados concretos** y se usan como un tipo regular.

Podemos usar **tipos parametrizados** como **argumentos de métodos**, para **declarar variables** y en la expresión **new** para crear un objeto.

Tipos Genéricos

Seguridad de tipos

En JAVA se considera que un **programa es seguro respecto al tipado** si **compila sin errores ni advertencias** y en ejecución **NO dispara** ningún **ClassCastException**.

Un programa bien formado permite que el compilador realice suficientes chequeos de tipos basados en información estática y que no ocurran errores inesperados de tipos en ejecución. **ClassCastException** sería un error inesperado de tipos que se produce en ejecución sin ninguna expresión de casting visible en el código fuente.

→ los **tipos genéricos** permiten hacer una **detección temprana de errores de tipo**.

El framework de Colecciones

Una **colección o contenedor** es un **objeto** que **agrupa múltiples elementos u objetos**. Se usa para almacenar, recuperar, manipular y comunicar conjuntos de datos.

Un *framework* de colecciones permite representar y manipular colecciones de una manera unificada, independientemente de los detalles de implementación. El *frameworks* de colecciones de JAVA cuenta con:

- **Interfaces:** son **tipos de datos abstractos** que representan colecciones y que permiten manejarlas en forma independiente de su implementación. Forman jerarquías de herencia.
- **Implementaciones:** son **implementaciones concretas** de las interfaces. Son estructuras de datos.
- **Algoritmos:** son métodos de clase que realizan operaciones útiles (búsquedas y ordenamientos por ejemplo) sobre objetos que implementan alguna de las interfaces de colecciones.



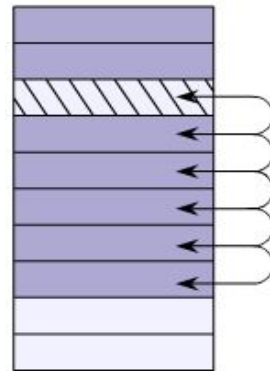
Colecciones

Tecnologías de almacenamiento

Existen cuatro tecnologías de almacenamiento básicas disponibles para almacenar colecciones: arreglos, listas encadenadas, árboles y tablas de hash.

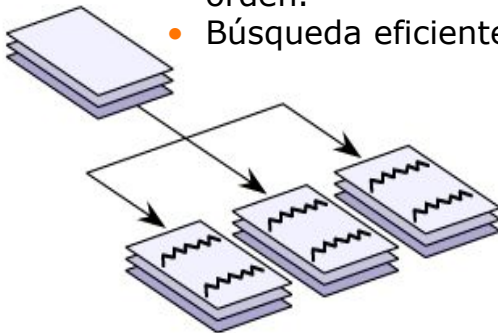
Arreglo

- El acceso es muy eficiente, acceso directo.
- Es ineficiente cuando se agrega/elimina un elemento.
- Los elementos se pueden ordenar.



Arbol

- Almacenamiento de valores en orden.
- Búsqueda eficiente.



Lista Enlazada

- El acceso es ineficiente, hay que recorrer secuencialmente la lista.
- Eficiente cuando se agrega/elimina un elemento.
- Los elementos se pueden ordenar.

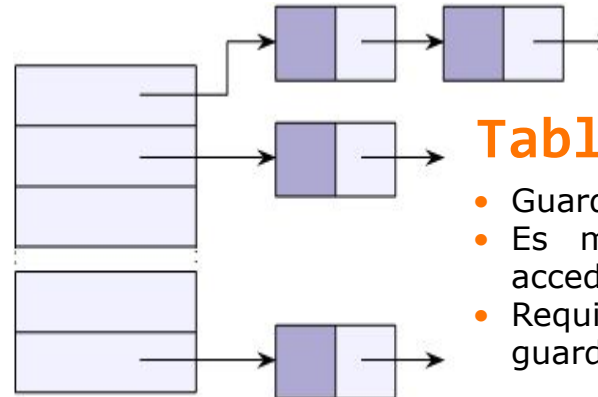
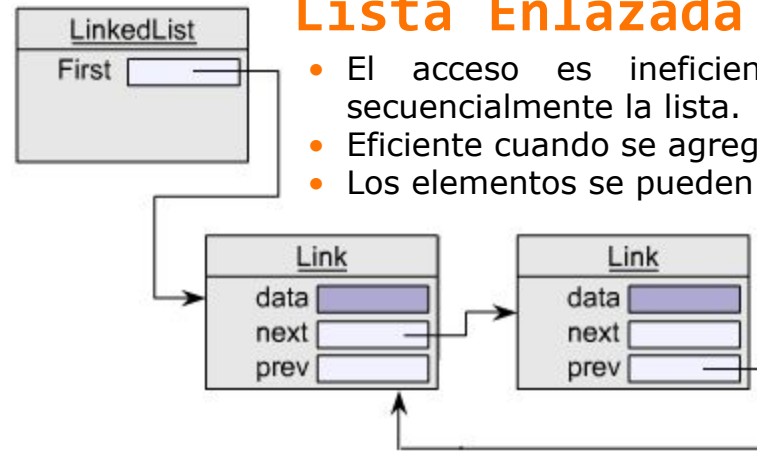


Tabla de Hash

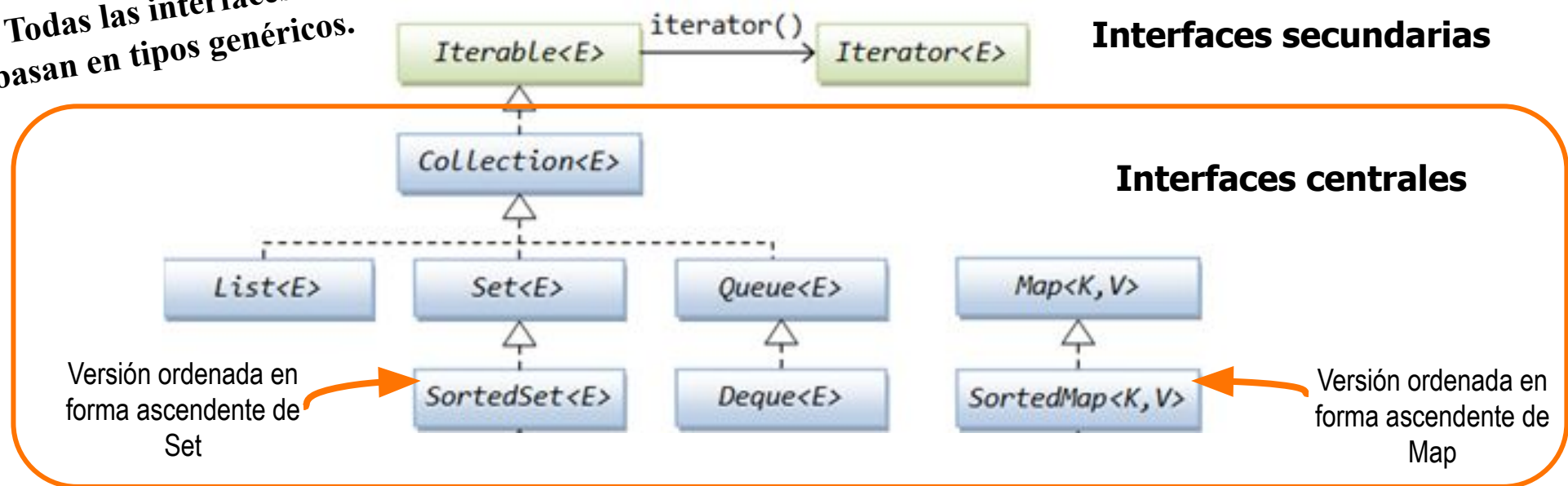
- Guarda asociaciones (clave, valor).
- Es muy rápida la búsqueda, se accede por clave.
- Requiere memoria adicional para guardar las claves (tabla).

Colecciones

Jerarquías de Interfaces

El framework incluye una **jerarquía de interfaces** que podemos clasificar en: **interfaces centrales** que sirven para representar distintos contenedores de elementos e **interfaces secundarias** que se usan para recorrer las colecciones.

Todas las interfaces se basan en tipos genéricos.



Las **interfaces centrales** especifican los **múltiples contenedores de elementos** y las **interfaces secundarias** las **formas de recorrido** de las colecciones.

Las **interfaces centrales** permiten a las colecciones ser **manipuladas independientemente** de los detalles de **implementación**.

A partir de **Collection** y **Map** se definen **dos jerarquías de interfaces** que constituyen el **fundamento del framework de colecciones** de JAVA.

Colecciones

Implementaciones de las Interfaces

Implementaciones de propósito general que forman parte de la plataforma JAVA, las cuales siguen una convención de nombre, combinando la estructura de datos subyacente con la interface del framework.

Interfaces	Tecnologías de almacenamiento				
	Tabla de Hashing	Arreglo de tamaño variable	Árbol	Lista Encadenada	Tabla de Hash + Lista Encadenada
Set	HashSet		TreeSet		LinkedHashSet
List		ArrayList		LinkedList	
Queue		ArrayBlockingQueue		LinkedBlockingQueue	
Map	HashMap		TreeMap		LinkedHashMap

Implementación de SortedSet

Implementación de SortedMap

Todas las implementaciones:

- Implementan el método **toString()**, el cual retorna a la colección de una manera legible, con cada uno de los elementos separados por coma.
- Definen, por convención, al menos 2 constructores: el nulo y otro con un argumento **Collection**. Ejemplos:

TreeSet() y **TreeSet(Collection c)**

LinkedHashSet() y **LinkedHashSet(Collection c)**

Colecciones

La interfaces Collection

La **interface Collection** representa un **conjunto de objetos** de cualquier tipo. Se usa cuando se necesita trabajar con grupos de elementos de una manera muy genérica. La plataforma JAVA no ofrece una implementación directa para la interface Collection, pero sí para sus subinterfaces Set, List y Queue.

```
public interface Collection<E> extends Iterable<E> {
```

```
// operaciones básicas
```

```
int size();
```

```
boolean isEmpty();
```

```
boolean contains(Object element);
```

```
boolean add(E element);
```

```
boolean remove(Object element);
```

```
Iterator iterator();
```

```
// operaciones en "masa"
```

```
boolean containsAll(Collection<E> c);
```

```
boolean addAll(Collection<E> c);
```

```
boolean removeAll(Collection<E> c);
```

```
boolean retainAll(Collection<E> c);
```

```
void clear();
```

```
// operaciones de Arreglos
```

```
Object[] toArray();
```

```
}
```

Las clases que implementan esta interface pueden iterarse con un objeto **Iterator**.

devuelve un iterador para recorrer los elementos de la colección. La interface no especifica el orden en que los elementos serán recorridos.

Convierte la colección a un arreglo

Colecciones

La interfaces List

Un objeto `List` es una **secuencia de elementos** donde puede haber **duplicados**. También admite nulos. Además de los métodos heredados de `Collection`, define métodos para **recuperar** y **modificar** valores en la lista por posición, entre ellos:

```
E get(int index);
E set(int index, E element);
boolean add(E element);
void add(int index, E element);
E remove(int index)
```

La plataforma JAVA ofrece **2 implementaciones** de la interface `List`: `ArrayList` y `LinkedList`.

```
import java.util.*;
public class DemoIterador{
    public static void main(String[] args){
        List<Integer> lista = new ArrayList<>();
        lista.add(1);
        lista.add(2);
        lista.add(190);
        lista.add(90);
        lista.add(7);
        lista.remove(2);
        System.out.print(lista.toString());
    }
}
```

 salida

[1, 190, 90, 7]

Se podría reemplazar por
`new LinkedList<>()` y todo sigue
funcionando

Colecciones

La interface Set

Un objeto Set es una colección que **no contiene elementos duplicados**. Tiene exactamente los mismos métodos que la interface Collection, pero agrega la restricción de no mantener duplicados.

La plataforma Java ofrece implementaciones de propósito general para Set, por ejemplo HashSet (mejor performance, almacena los datos en una tabla de hash) y TreeSet (mantiene los datos ordenados).

```
public class DemoIterador{
    public static void main(String[] args) {
        Set<String> instrumentos= new HashSet<>();
        instrumentos.add("Piano");
        instrumentos.add("Saxo");
        instrumentos.add("Violin");
        instrumentos.add("Flauta");
        instrumentos.add("Flauta");
        System.out.println(instrumentos.toString());
    }
}
```

[Violin, Piano, Saxo, Flauta] **salida**

La interface Set podría ser usada para crear colecciones sin duplicados desde una colección con duplicados. Supongamos que c tiene duplicados:

**Set<String> sinDup =
new TreeSet<String>(c);**

Implementa **SortedSet**

Cambiando únicamente la instanciación por un objeto **TreeSet()**, obtenemos un Set ordenado:

Set<String> instrumentos= new TreeSet<>();

[Flauta, Piano, Saxo, Violin]

En este caso el compilador chequea que los objetos que se insertan (add()) sean **Comparables!!**

Colecciones


La interface Queue

Un objeto **Queue** es una colección diseñada para mantener elementos que esperan por procesamiento. Además de las operaciones de **Collection**, ofrece operaciones para insertar, eliminar e inspeccionar elementos. No permite elementos nulos.

La plataforma JAVA ofrece varias implementaciones de **Queue:PriorityQueue**, **DelayQueue** y **BlockingQueue** que implementan diferentes tipos de colas, ordenadas o no, de tamaño limitado o ilimitado.

```
public interface Queue<E> extends Collection<E> {  
    //Recupera, pero no elimina la cabeza de la cola.  
    E peek();  
    //Inserta el elemento en la cola si es posible  
    boolean offer(E e);  
    // Recupera y elimina la cabeza de la cola.  
    E poll();  
}
```

El compilador chequea que los objetos que se agregan a la cola sean de tipo **Comparables**



Buenos Aires
Buenos Aires
La Paz

```
public class DemoQueue{  
    public static void main(String[] args) {  
        Queue<String> pQueue  
            = new PriorityQueue<>();  
        pQueue.offer("Santiago");  
        pQueue.offer("La Paz");  
        pQueue.offer("Buenos Aires");  
        pQueue.offer("Montevideo");  
        System.out.println(pQueue.peek());  
        System.out.println(pQueue.poll());  
        System.out.println(pQueue.peek());  
    }  
}
```

Colecciones

La interface Map

Un objeto **Map** mapea **claves con valores**. No puede contener claves duplicadas y cada clave mapea con a lo sumo un valor.

La plataforma JAVA ofrece implementaciones de propósito general para Map que se diferencian principalmente por el orden en que se mantienen los elementos en la estructura.

```
public interface Map <K,V> {  
    // Operaciones Básicas  
    V put(K clave, V valor);  
    V get(K clave);  
    V remove(K clave);  
    boolean containsKey(K clave);  
    boolean containsValue(V valor);  
    int size();  
    boolean isEmpty();  
    // Operaciones en "masa"  
    void putAll(Map <? extends K,? extends V> t);  
    void clear();  
    // Vistas  
    Set<K> keySet();  
    Collection<V> values();  
    . . .  
}
```

Las clases más comúnmente usadas son:

- La clase **HashMap**: no garantiza el orden en que se mantienen los elementos en la colección. Un cambio en su contenido, como la inserción de un nuevo valor, puede cambiar completamente el orden del map.
- La clase **TreeMap**: es una implementación de **SortedMap** por tanto mantiene a sus elementos ordenados de acuerdo al "orden natural" de las claves, respetando la reglas de orden establecidas por el método `compareTo()` de la interface `Comparable` o por un `Comparator` suministrado al objeto `TreeMap`.
- La clase **LinkedHashMap**: mantiene sus elementos en forma secuencial, respetando el orden en que los elementos fueron insertados a la colección.

Colecciones

La interface Map

Un objeto Map, como vimos, mapea claves con valores. No puede contener claves duplicadas y cada clave mapea con a lo sumo un valor. En el ejemplo se crea una **HashMap**.

```
public class DemoMap {  
    public static void main(String[] args) {  
        Map<String, Integer> numeros = new HashMap<>();  
        numeros.put("uno", 1);  
        numeros.put("dos", 2);  
        numeros.put("tres", 3);  
        System.out.println(numeros.toString());  
    }  
}
```

salida → {uno=1, dos=2, tres=3}

Cambiando únicamente la instanciación del objeto **numeros** se crea un objeto **TreeMap**, y se obtiene una colección ordenada:

```
public class DemoMap {  
    public static void main(String[] args) {  
        Map<String, Integer> numeros = new TreeMap<>();  
        . . .  
        System.out.println(numeros.toString());  
    }  
}
```

salida → {dos=2, tres=3, uno=1}

Implementa SortedSet

En este caso el compilador chequea que los objetos que se insertan/agregan a la colección sean de tipo **Comparable**

Colecciones

Estrategias de recorrido

Hay dos maneras de recorrer una colección :

1) Usando la construcción: **for-each**


```
List<Integer> lista = new ArrayList<>();  
lista.add(1);  
lista.add(2);  
for (int i: lista)  
    System.out.println(i);  
}
```

2) Usando la interface **Iterator**

Un objeto **Iterator** permite recorrer una colección y **eliminar elementos selectivamente** durante el recorrido. Siempre es posible obtener un **iterador** para una colección, dado que la interface **Collection** extiende la interface **Iterable**.

```
package java.lang;  
import java.util.Iterator;  
  
public interface Iterable<T> {  
    Iterator<T> iterator();  
}
```

```
package java.util;  
  
public interface Iterator<E> {  
    boolean hasNext();  
    E next();  
    void remove();  
}
```



Colecciones

Estrategias de recorrido

Dos formas de recorrer colecciones .

```
public class IterandoListas {  
  
    public static void main(String[] args) {  
        ArrayList<Character> lista = new ArrayList<>();  
        lista.add('1'); lista.add('6'); lista.add('H');  
        lista.add('3'); lista.add('0'); lista.add('L');  
        lista.add('7'); lista.add('A');  
        char nro=' '  
  
        Iterator<Character> it1 = lista.iterator();  
        while (it1.hasNext()) {  
            nro = it1.next();  
            if (Character.isDigit(nro))  
                it1.remove();  
        }  
        for (Character dato: lista)  
            System.out.print(dato);  
    }  
}
```

Imprime HOLA

```
it1 = lista.iterator();  
while (it1.hasNext())  
    System.out.print(it1.next());
```

Colecciones

Estrategias de recorrido

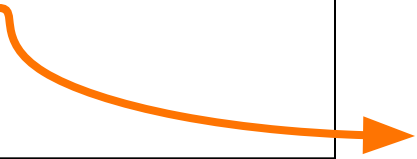
Los objetos **Map** no implementan la interface **Iterable**, pero ofrecen vistas como objetos **Collection**, a partir de las cuales se puede tratar a un map como una colección (*)

```
public class DemoIterador {
    public static void main(String args[]){
        Map<Integer, Alumno> tablaAlu
            = new HashMap<>();
        Alumno[] arregloAlumno =
            {new Alumno(7892, "Gomez", "Juana"),
            new Alumno(3321, "Perez", "Sol"),
            new Alumno(3421, "Ruscitti", "Maria"),};
        // Se llena tablaAlu con los datos del arreglo
        for (Alumno unAlu: arregloAlumno)
            tablaAlu.put(unAlu.getLegajo(), unAlu);

        Collection<Alumno> listAlu = tablaAlu.values(); (*)
        for (Alumno unAlu: listAlu) {
            unAlu.setApe(unAlu.getApe().toUpperCase());
            System.out.println("Alumno:"+unAlu);
        }
    }
}
```

```
public class Alumno {
    private int legajo;
    private String ape, nom;

    public void setApe(String a){
        ape=a;
    }
    public int getLegajo(){
        return legajo;
    }
    public String toString(){
        return "Alumno:"+legajo+"-"+
            ape+", "+nom;
    }
}
```



Alumno: 3321- PEREZ, Sol
Alumno: 3421- RUSCITI, Maria
Alumno: 7892- GOMEZ, Juana

Colecciones

Las clases Arrays y Collections

Las clases `java.util.Collections` y `java.util.Arrays` son clases **utilitarias** que contienen exclusivamente **métodos estáticos** que manipulan con colecciones. Estas clases definen algoritmos polimórficos de búsqueda binaria, de ordenamiento, permutaciones aleatorias, duplicado de datos, etc.

```
package pruebas;
import java.util.Arrays;

class Prueba {
    public static void main(String[] args) {
        char[] letras = { 'd', 'e', 'j', 'a', 'v', 'a', 'c', 'l', 'i', 'c', 'k', 't', 'e', 'd' };
        System.out.println("Letras desordenadas: " + new String(letras));

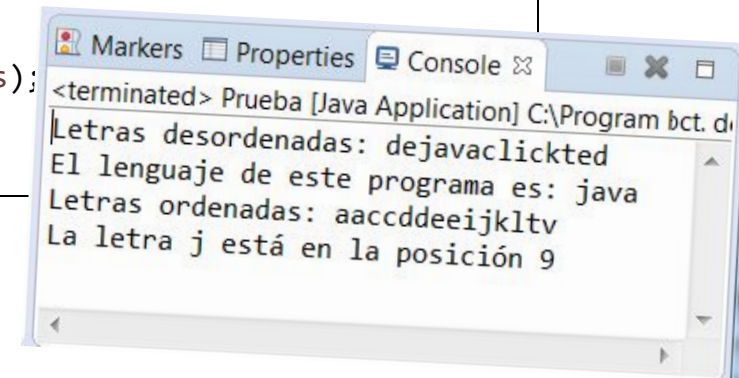
        char[] lenguaje = Arrays.copyOfRange(letras, 2, 6);
        System.out.println("El lenguaje de este programa es: " + new String(lenguaje))

        Arrays.sort(letras);
        System.out.println("Letras ordenadas: " + new String(letras));

        char letra = 'j';
        int pos = Arrays.binarySearch(letras, letra);
        System.out.println("La letra "+letra+" está en la posición "+ pos);
    }
}
```

copyRange es útil para obtener arreglos a partir de un rango de elementos de otro arreglo

binarySearch permite hacer una búsqueda dicotómica en un arreglo ordenado



La clase **Collections** ofrece funcionalidades similares a la clase **Arrays** pero opera sobre colecciones en lugar de arreglos.