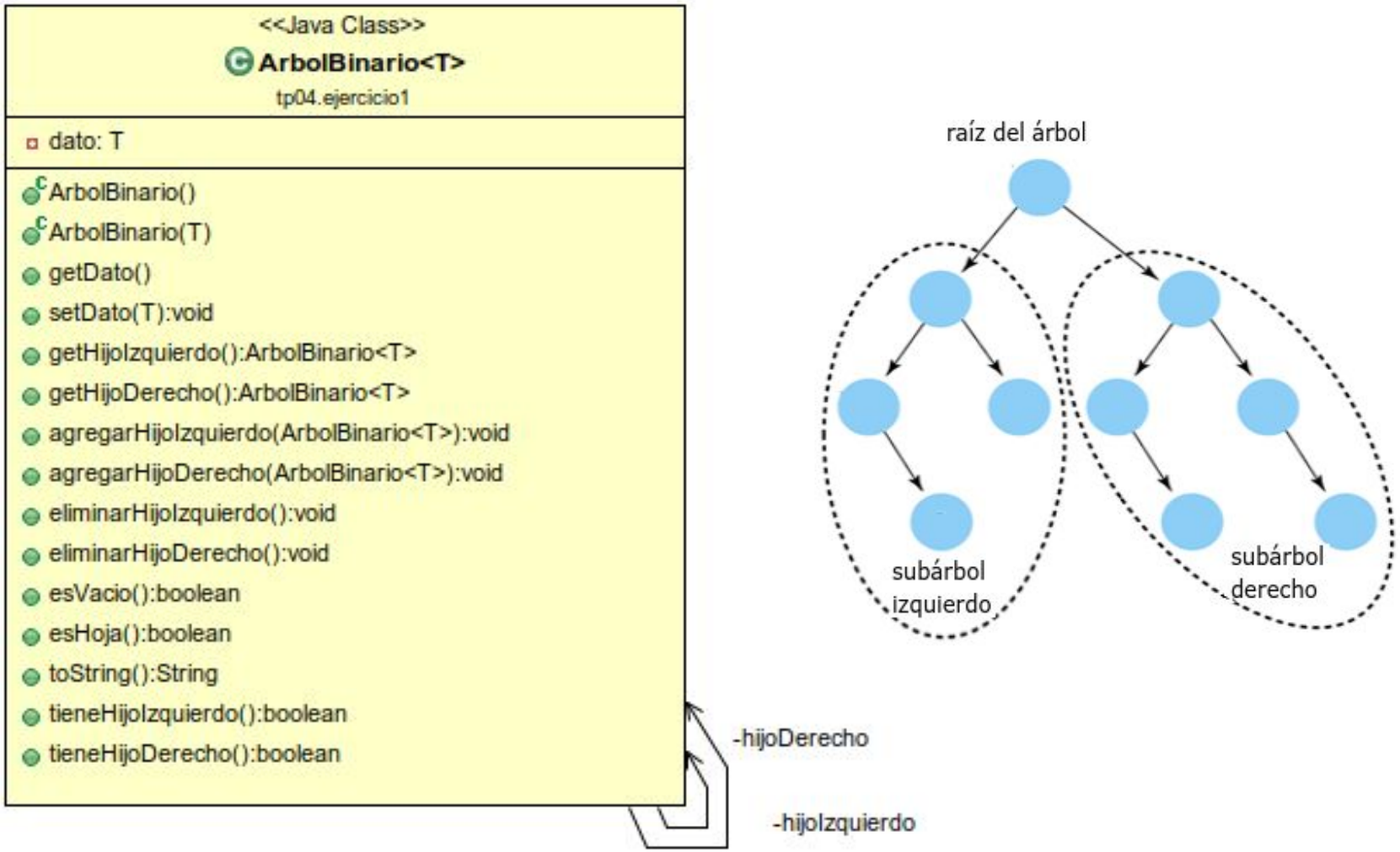
Arboles Binarios

Estructura



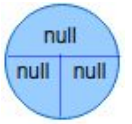
Arboles Binarios

Código Fuente

```
package tp03.ejercicio1;
public class ArbolBinario<T> {
    private T dato;
    private ArbolBinario<T> hijoIzquierdo;
    private ArbolBinario<T> hijoDerecho;

    public ArbolBinario() {
       super();
    }
    public ArbolBinario(T dato) {
       this.dato = dato;
    }

    public T getDato() {
       return dato;
    }

    public void setDato(T dato) {
       this.dato = dato;
    }
    public ArbolBinario<T> getHijoIzquierdo() {
       return this.hijoIzquierdo;
    }
    public ArbolBinario<T> getHijoDerecho() {
       return this.hijoDerecho;
    }
```

Constructores

```
    public void agregarHijoIzquierdo(ArbolBinario<T> hijo) {
       this.hijoIzquierdo = hijo;
    }
    public void agregarHijoDerecho(ArbolBinario<T> hijo) {
       this.hijoDerecho = hijo;
    }
    public void eliminarHijoIzquierdo() {
       this.hijoIzquierdo = null;
    }
    public void eliminarHijoDerecho() {
       this.hijoDerecho = null;
    }
    public boolean esVacio() {
       return (this.esHoja() && this.getDato()==null);
    }
    public boolean esHoja() {
                return (!this.tieneHijoIzquierdo() &&
                        !this.tieneHijoDerecho());
    }
    public boolean tieneHijoIzquierdo() {
       return this.hijoIzquierdo!=null;
    }

    public boolean tieneHijoDerecho() {
       return this.hijoDerecho!=null;
    }
}
```

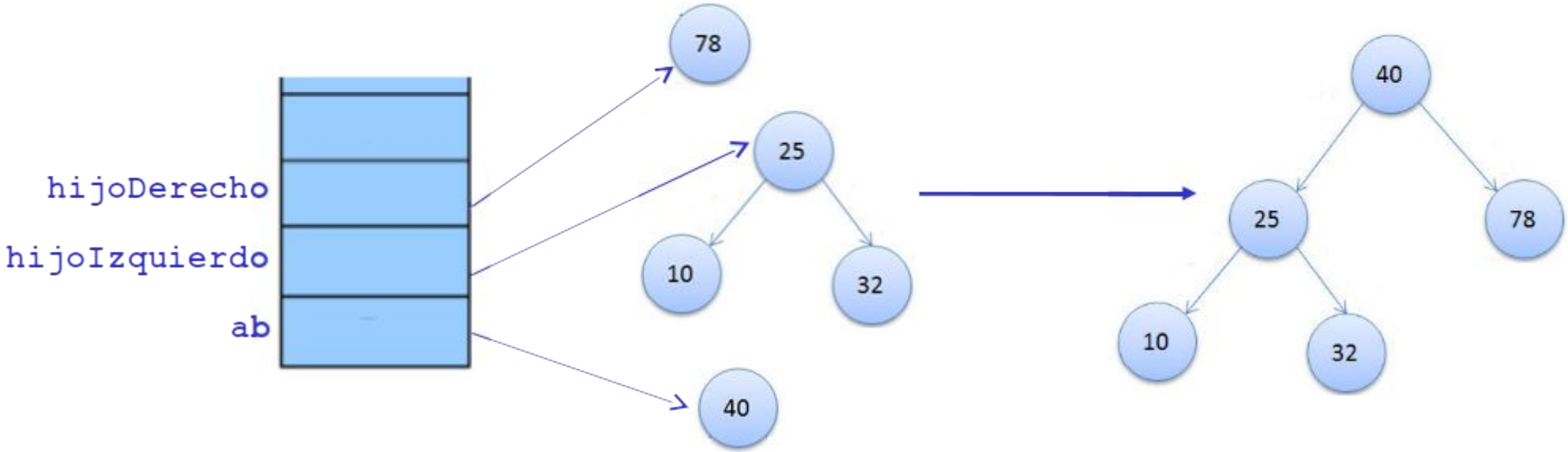


Arbol vacío

Arboles Binarios

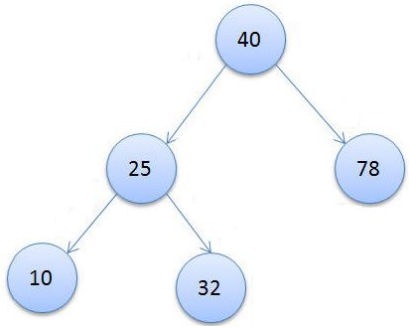
Creación

```
ArbolBinario<Integer> ab = new ArbolBinario<Integer>(new Integer(40));
ArbolBinario<Integer> hijoIzquierdo = new ArbolBinario<Integer>(25);
hijoIzquierdo.agregarHijoIzquierdo(new ArbolBinario<Integer>(10));
hijoIzquierdo.agregarHijoDerecho(new ArbolBinario<Integer>(32));
ArbolBinario<Integer> hijoDerecho = new ArbolBinario<Integer>(78);
ab.agregarHijoIzquierdo(hijoIzquierdo);
ab.agregarHijoDerecho(hijoDerecho);
```



Arboles Binarios

Recorridos



Preorden

Se procesa primero la raíz y luego sus hijos, izquierdo y derecho.

```
40, 25, 10, 32, 78
```

Inorden

Se procesa el hijo izquierdo, luego la raíz y último el hijo derecho

```
10, 25, 32, 40, 78
```

Postorden

Se procesan primero los hijos, izquierdo y derecho, y luego la raíz

```
10, 32, 25, 78, 40
```

Por niveles

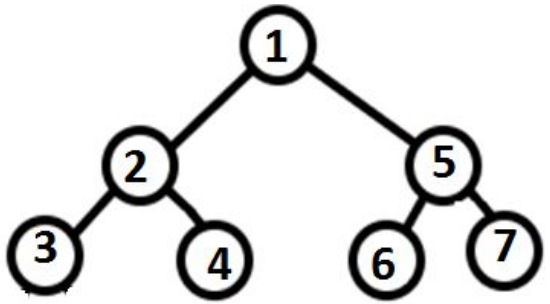
Se procesan los nodos teniendo en cuenta sus niveles, primero la raíz, luego los hijos, los hijos de éstos, etc.

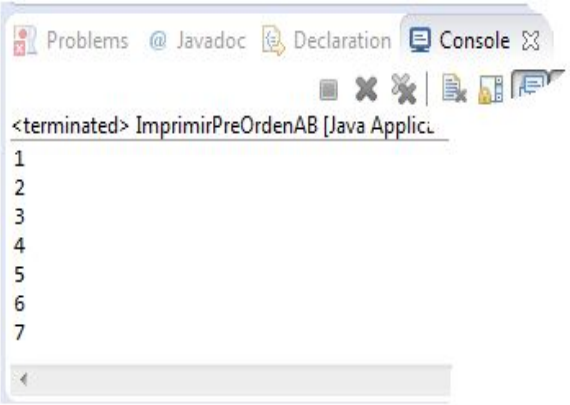
```
40, 25, 78, 10, 32
```

Arboles Binarios
Recorrido PreOrden

Se procesa primero la raíz y luego sus hijos, izquierdo y derecho

```java
public class ArbolBinario<T> {
    private T dato;
    private ArbolBinario<T> hijoIzquierdo;
    private ArbolBinario<T> hijoDerecho;
    . . .
    public void printPreorden() {
        System.out.println(this.getDato());
        if (this.tieneHijoIzquierdo())  {
            this.getHijoIzquierdo().printPreorden();
        }
        if (this.tieneHijoDerecho()) {
            this.getHijoDerecho().printPreorden();
        }
    }
}
```

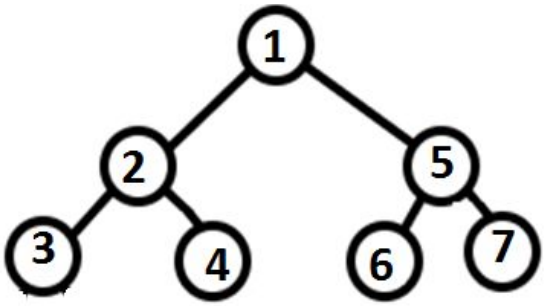


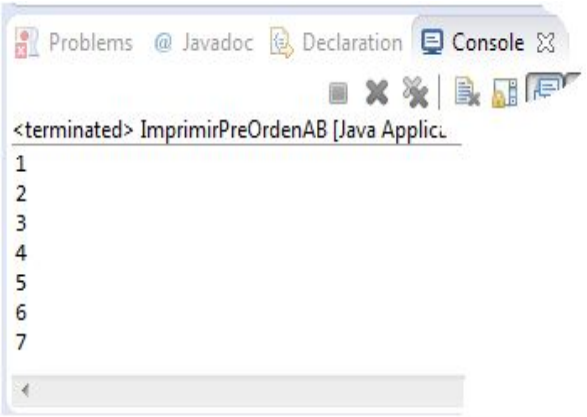


Arboles Binarios
Recorrido PreOrden

¿Qué cambio harías si el método **`preorden()`** debe definirse en otra clase diferente al **`ArbolBinario<T>`**?

```java
package tp04.ejercicio1;

import tp03.ejercicio4.ListaEnlazadaGenerica;
import tp03.ejercicio4.ListaGenerica;
import tp04.ejercicio1.ArbolBinario;

public class ArbolBinarioExamples<T> {

    public void preorder(ArbolBinario<T> arbol) {
        System.out.println(arbol.getDato());
        if (arbol.tieneHijoIzquierdo()) {
            this.preorder(arbol.getHijoIzquierdo());
        }
        if (arbol.tieneHijoDerecho()) {
            this.preorder(arbol.getHijoDerecho());
        }

    }
```



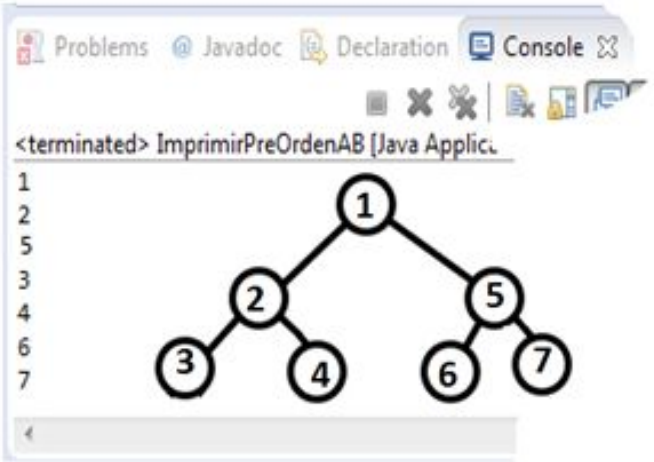


Arboles Binarios

Recorrido PreOrden

¿Qué cambio harías para devolver una lista con los elementos de un recorrido en preorden?

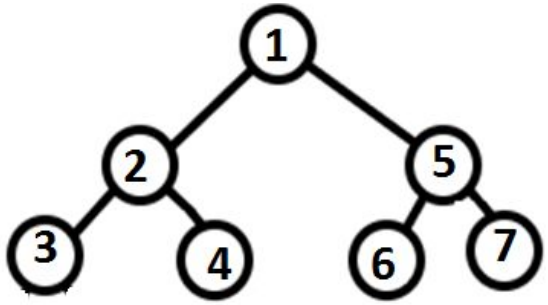
```java
package tp04.ejercicio1;

import tp03.ejercicio4.ListaEnlazadaGenerica;
import tp03.ejercicio4.ListaGenerica;
import tp04.ejercicio1.ArbolBinario;

public class ArbolBinarioExamples<T> {

    public ListaGenerica<T> preorder(ArbolBinario<T> arbol) {
        ListaGenerica<T> result = new ListaEnlazadaGenerica<T>();
        this.preorder_private(arbol, result);
        return result;
    }

    private void preorder_private(ArbolBinario<T> arbol, ListaGenerica<T> result) {
        result.agregarFinal(arbol.getDato());
        if (arbol.tieneHijoIzquierdo()) {
            this.preorder_private(arbol.getHijoIzquierdo(), result);
        }
        if (arbol.tieneHijoDerecho()) {
            this.preorder_private(arbol.getHijoDerecho(), result);
        }

    }
}
```



Arboles Binarios

Recorrido por Niveles

Recorrido por niveles implementado en la clase **`ArbolBinario`**



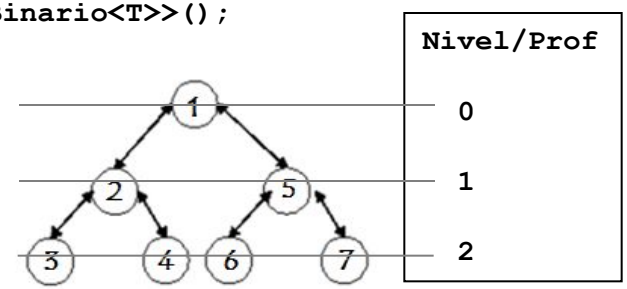

```
public class ArbolBinario<T> {
    private T dato;
    private ArbolBinario<T> hijoIzquierdo;
    private ArbolBinario<T> hijoDerecho;
     . . .
    public void recorridoPorNiveles() {
        ArbolBinario<T> arbol = null;
        ColaGenerica<ArbolBinario<T>> cola = new ColaGenerica<ArbolBinario<T>>();
        cola.encolar(this);
        cola.encolar(null);
        while (!cola.esVacia()) {
            arbol = cola.desencolar();
            if (arbol != null) {
                System.out.print(arbol.getDato());
                if (arbol.tieneHijoIzquierdo())
                    cola.encolar(arbol.getHijoIzquierdo());
                if (arbol.tieneHijoDerecho())
                    cola.encolar(arbol.getHijoDerecho());
            } else if (!cola.esVacia()) {
                System.out.println();
                cola.encolar(null);
            }
        }
    }
}
```

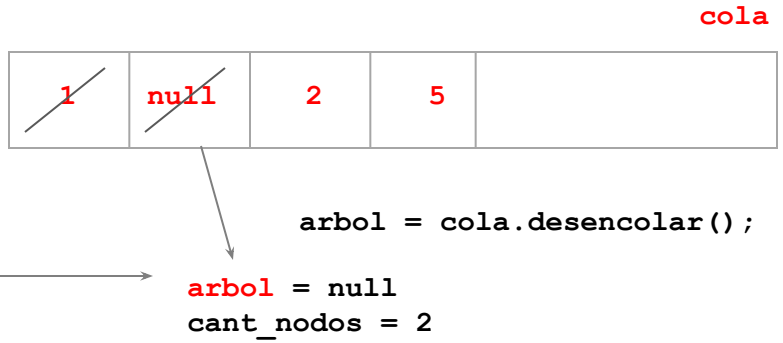
Arboles Binarios

¿Es árbol lleno?

Dado un árbol binario de altura h, diremos que es árbol **lleno** si cada nodo interno tiene grado 2 y todas las hojas están en el mismo nivel (h). Implementar un método para determinar si un árbol binario es “lleno”

```
public boolean lleno() {
 ArbolBinario<T> arbol =  null;
 ColaGenerica<ArbolBinario<T>> cola =  new  ColaGenerica<ArbolBinario<T>>();
 boolean lleno = true;
 cola.encolar(this);
 int cant_nodos=0;
 cola.encolar(null);
 int nivel= 0;
 while (!cola.esVacia() && lleno) {
   arbol = cola.desencolar();
   if (arbol != null) {
      System.out.print(arbol.getDatoRaiz());
      if (!arbol.getHijoIzquierdo().esvacio()) {
        cola.encolar(arbol.getHijoIzquierdo());
        cant_nodos++;
      }
      if (!(arbol.getHijoDerecho().esvacio()) {
        cola.encolar(arbol.getHijoDerecho());
        cant_nodos++;
      }
   } else if (!cola.esVacia()) {
      if (cant_nodos == Math.pow(2, ++nivel)){
         cola.encolar(null);
         cant_nodos=0;
         System.out.println();
      }
      else lleno=false;}
   }
   return lleno;
}
```

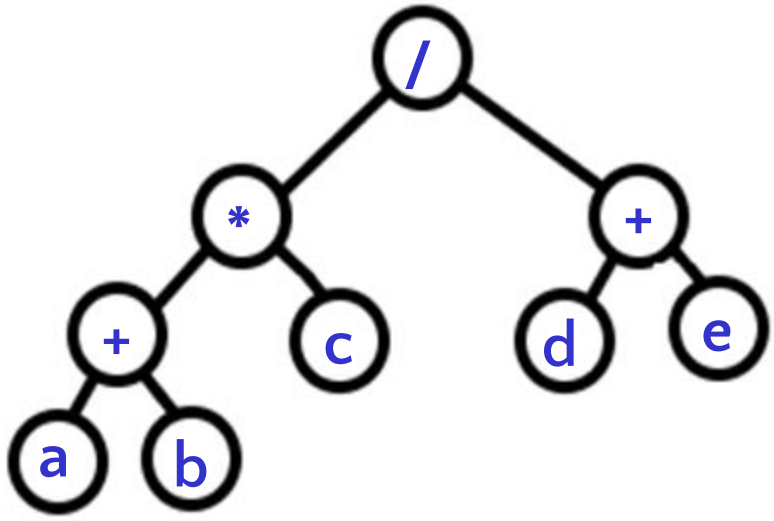




Arboles Binarios
Árbol de Expresión

Un árbol de expresión es un árbol binario asociado a una expresión aritmética donde:

- Nodos internos representan operadores
- Nodos externos (hojas) representan operandos



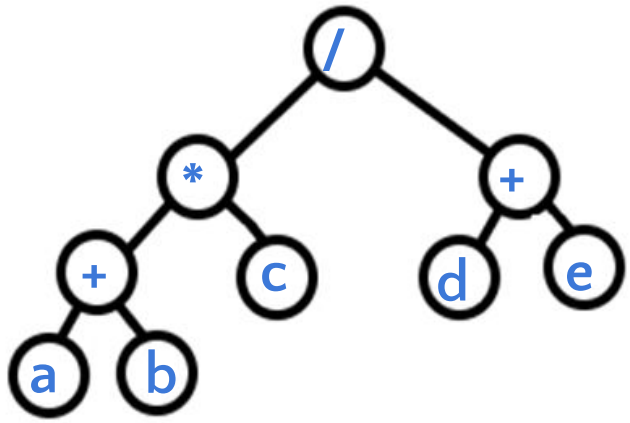
Arboles Binarios

Convertir expresión posfija en árbol de Expresión

Este método convierte una expresión ***postfija*** en un **`ArbolBinario`**. Puede estar implementado en cualquier clase.

```
public ArbolBinario<Character> convertirPostfija(String exp) {
 Character c = null;
 ArbolBinario<Character> result;
 PilaGenerica<ArbolBinario<Character>> p = new PilaGenerica<ArbolBinario<Character>>();

 for (int i = 0; i < exp.length(); i++) {
    c = exp.charAt(i);
    result = new ArbolBinario<Character>(c);
    if ((c == '+') || (c == '-') || (c == '/') || (c == '*')) {
       // Es operador
       result.agregarHijoDerecho(p.desapilar());
       result.agregarHijoIzquierdo(p.desapilar ());
    }
    p.apilar(result);
 }
 return (p.desapilar());
}
```

ab+c*de+/ →



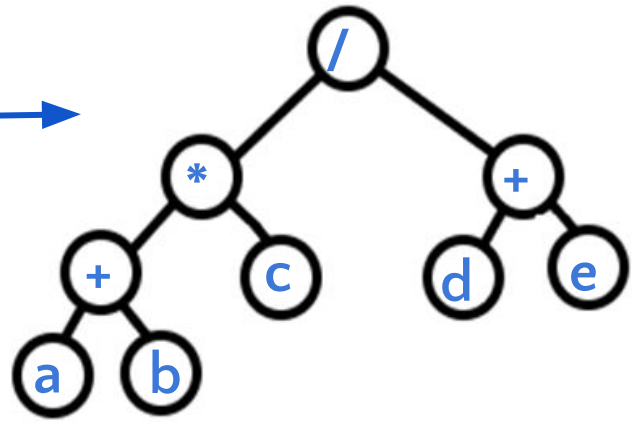
Arboles Binarios

Convertir expresión prefija en árbol de expresión

Este método convierte una expresión ***prefija*** en un **`ArbolBinario`**. Puede estar implementado en cualquier clase.

```
public ArbolBinario<Character> convertirPrefija(StringBuffer exp) {

  Character c = exp.charAt(0);
  ArbolBinario<Character> result = new  ArbolBinario<Character>(c);
  if ((c == '+') || (c == '-') || (c == '/') || c == '*') {
    // es operador
    result.agregarHijoIzquierdo(this.convertirPrefija(exp.delete(0,1)));
    result.agregarHijoDerecho(this.convertirPrefija(exp.delete(0,1)));
  }
  // es operando
  return result;
}
```

/*+abc+de →



Arboles Binarios

Evaluación de un árbol de expresión

Este método evalúa y retorna un número de acuerdo a la expresión aritmética representada por el **`ArbolBinario`** que es enviado como parámetro.

```
public Integer evaluar(ArbolBinario<Character> arbol) {
  Character c = arbol.getDato();
  if ((c == '+') || (c == '-') || (c == '/') || c == '*') {
    // es operador
          int operador_1 = evaluar(arbol.getHijoIzquierdo());
          int operador_2 = evaluar(arbol.getHijoDerecho());
          switch (c) {
            case '+':
             return operador_1 + operador_2;
            case '-':
             return operador_1 - operador_2;
            case '*':
             return operador_1 * operador_2;
            case '/':
             return operador_1 / operador_2;
          }
   }
  // es operando
  return Integer.parseInt(c.toString());
}
```