


## Trabajo Práctico N° 2: Árboles Binarios.

### Ejercicio 1.

Considerar la siguiente especificación de la clase Java *BinaryTree* (con la representación hijo izquierdo e hijo derecho):

 <b>BinaryTree&lt;T&gt;</b>
<div> <div> <div>□</div> <div>data: T</div> </div> <div> <div>□</div> <div>leftChild: BinaryTree&lt;T&gt;</div> </div> <div> <div>□</div> <div>rightChild: BinaryTree&lt;T&gt;</div> </div> </div>
<div> <div>●</div> <div>BinaryTree(): void</div> </div> <div> <div>●</div> <div>BinaryTree(T): void</div> </div> <div> <div>●</div> <div>getdata(): T</div> </div> <div> <div>●</div> <div>setdata(T): void</div> </div> <div> <div>●</div> <div>getLeftChild(): BinaryTree&lt;T&gt;</div> </div> <div> <div>●</div> <div>getRightChild(): BinaryTree&lt;T&gt;</div> </div> <div> <div>●</div> <div>addLeftChild(BinaryTree&lt;T&gt;): void</div> </div> <div> <div>●</div> <div>addRightChild(BinaryTree&lt;T&gt;): void</div> </div> <div> <div>●</div> <div>removeLeftChild(): void</div> </div> <div> <div>●</div> <div>removeRightChild(): void</div> </div> <div> <div>●</div> <div>isEmpty(): boolean</div> </div> <div> <div>●</div> <div>isLeaf(): boolean</div> </div> <div> <div>●</div> <div>hasLeftChild(): boolean</div> </div> <div> <div>●</div> <div>hasRightChild(): boolean</div> </div> <div> <div>●</div> <div>toString(): String</div> </div> <div> <div>●</div> <div>contarHojas(): int</div> </div> <div> <div>●</div> <div>espejo(): BinaryTree&lt;T&gt;</div> </div> <div> <div>●</div> <div>entreNiveles(int, int): void</div> </div>

- El constructor *BinaryTree(T data)* inicializa un árbol con el dato pasado como parámetro y ambos hijos nulos.
- Los métodos *getLeftChild(): BinaryTree<T>* y *getRightChild(): BinaryTree<T>* retornan los hijos izquierdo y derecho, respectivamente, del árbol. Si no tiene el hijo, tira error.
- El método *addLeftChild(BinaryTree<T> child)* y *addRightChild(BinaryTree<T> child)* agrega un hijo como hijo izquierdo o derecho del árbol.
- El método *removeLeftChild()* y *removeRightChild()* eliminan el hijo correspondiente.
- El método *isEmpty()* indica si el árbol está vacío y el método *isLeaf()* indica si no tiene hijos.
- El método *hasLeftChild()* y *hasRightChild()* devuelve un booleano indicando si tiene dicho hijo el árbol receptor del mensaje.

Analizar la implementación en JAVA de la clase *BinaryTree* brindada por la cátedra.



## **Ejercicio 2.**

*Agregar, a la clase `BinaryTree`, los siguientes métodos:*

**(a)** *`contarHojas(): int` Devuelve la cantidad de árbol/subárbol hojas del árbol receptor.*

**(b)** *`espejo(): BinaryTree<T>` Devuelve el árbol binario espejo del árbol receptor.*

**(c)** *`entreNiveles(int n, m)` Imprime el recorrido por niveles de los elementos del árbol receptor entre los niveles  $n$  y  $m$  (ambos inclusive). ( $0 \leq n < m \leq \text{altura del árbol}$ ).*

**Ejercicio 3.**

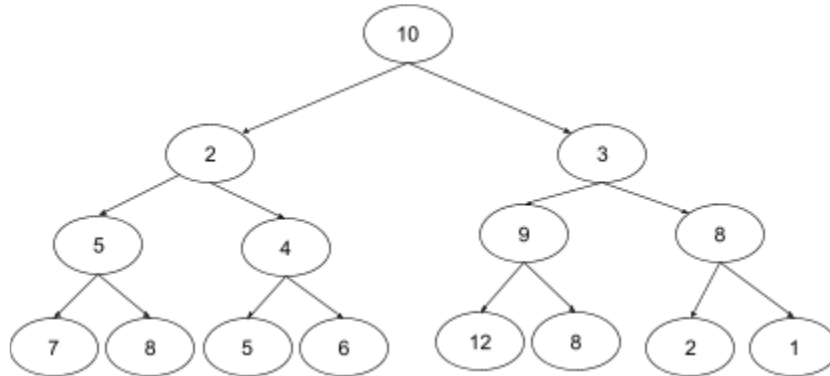
*Definir una clase Java denominada ContadorArbol cuya función principal es proveer métodos de validación sobre árboles binarios de enteros. Para ello, la clase tiene como variable de instancia un BinaryTree<Integer>. Implementar, en dicha clase, un método denominado numerosPares() que devuelve, en una estructura adecuada (sin ningún criterio de orden), todos los elementos pares del árbol (divisibles por 2).*

**(a)** *Implementar el método realizando un recorrido InOrden.*

**(b)** *Implementar el método realizando un recorrido PostOrden.*

**Ejercicio 4.**

Una red binaria es una red que posee una topología de árbol binario lleno. Por ejemplo:



Los nodos que conforman una red binaria llena tienen la particularidad de que todos ellos conocen cuál es su retardo de reenvío. El retardo de reenvío se define como el período comprendido entre que un nodo recibe un mensaje y lo reenvía a sus dos hijos.

La tarea es calcular el mayor retardo posible, en el camino que realiza un mensaje desde la raíz hasta llegar a las hojas en una red binaria llena. En el ejemplo, se debería retornar  $10 + 3 + 9 + 12 = 34$  (si hay más de un máximo, retornar el último valor hallado).

NOTA: Asumir que cada nodo tiene el dato de retardo de reenvío expresado en cantidad de segundos.

(a) Indicar qué estrategia (recorrido en profundidad o por niveles) se utilizará para resolver el problema.

Para resolver el problema, se utilizará un recorrido en profundidad.

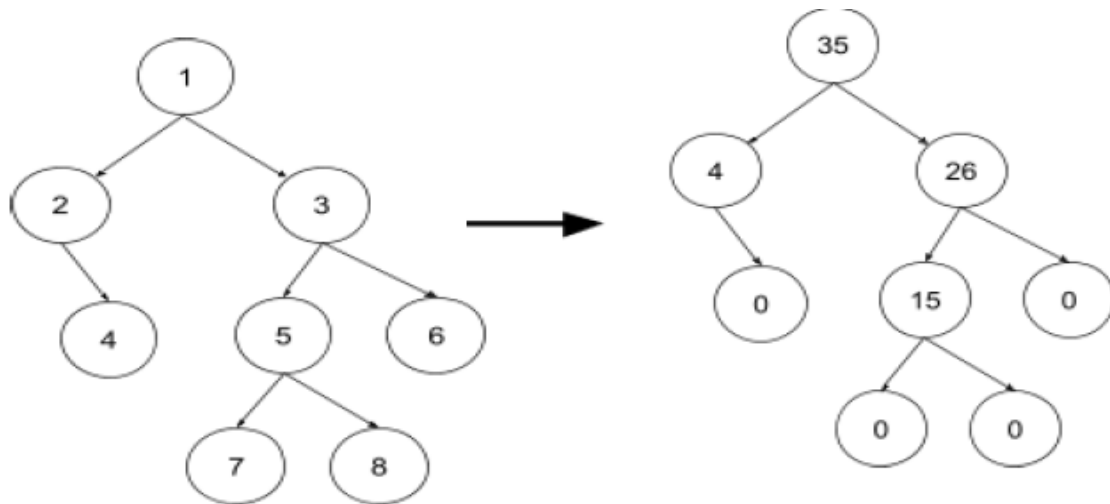
(b) Crear una clase Java llamada *RedBinariaLlena* donde se implementará lo solicitado en el método *retardoReenvio(): int*.

### **Ejercicio 5.**

*Implementar una clase Java llamada ProfundidadDeArbolBinario que tiene, como variable de instancia, un árbol binario de números enteros y un método de instancia sumaElementosProfundidad(int p): int, el cuál devuelve la suma de todos los nodos del árbol que se encuentren a la profundidad pasada como argumento.*

**Ejercicio 6.**

Crear una clase Java llamada *Transformacion* que tenga como variable de instancia un árbol binario de números enteros y un método de instancia *suma()*: *BinaryTree<Integer>*, el cual devuelve el árbol en el que se reemplazó el valor de cada nodo por la suma de todos los elementos presentes en su subárbol izquierdo y derecho. Asumir que los valores de los subárboles vacíos son ceros. Por ejemplo:



¿La solución recorre una única vez cada subárbol? En el caso que no, ¿se puede mejorar para que sí lo haga?

**Ejercicio 7.**

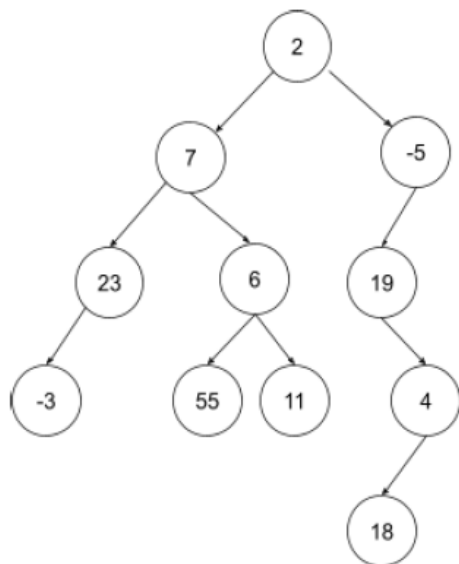
Escribir una clase *ParcialArboles* que contenga UNA ÚNICA variable de instancia de tipo *BinaryTree* de valores enteros NO repetidos y el método público con la siguiente firma:

*public boolean isLeftTree(int num).*

El método devuelve *true* si el subárbol cuya raíz es “num” tiene, en su subárbol izquierdo, una cantidad mayor estricta de árboles con un único hijo que en su subárbol derecho. Y *false* en caso contrario. Consideraciones:

- Si “num” no se encuentra en el árbol, devuelve *false*.
- Si el árbol con raíz “num” no cuenta con una de sus ramas, considerar que, en esa rama, hay -1 árboles con único hijo.

Por ejemplo, con un árbol como se muestra en la siguiente imagen:



Si num = 7 devuelve **true** ya que en su rama izquierda hay 1 árbol con un único hijo (el árbol con raíz 23) y en la rama derecha hay 0. (1 > 0) → true

Si num = 2 devuelve **false**, ya que en su rama izquierda hay 1 árbol con único hijo (árbol con raíz 23) y en la rama derecha hay 3 (árboles con raíces -5, 19 y 4). (1 > 3) → false)

Si num = -5 devuelve **true**, ya que en su rama izquierda hay 2 árboles con único hijo (árboles con raíces 19 y 4) y al no tener rama derecha, tiene -1 árboles con un único hijo. (2 > -1) → true

Si num = 19 debería devolver **false**, ya que al no tener rama izquierda tiene -1 árboles con un único hijo y en su rama derecha hay 1 árbol con único hijo. (-1 > 1) → false

Si num = -3 debería devolver **false**, ya que al no tener rama izquierda tiene -1 árboles con un único hijo y lo mismo sucede con su rama derecha. (-1 > -1) → false



**Ejercicio 8.**

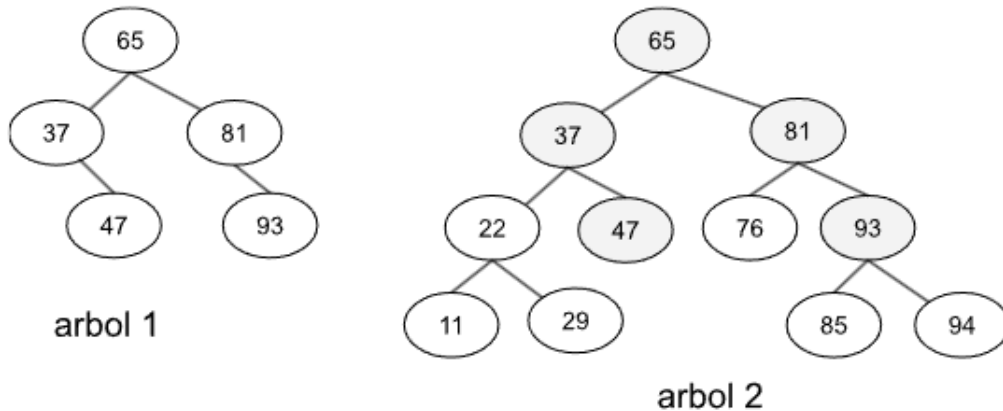
Escribir, en una clase *ParcialArboles*, el método público con la siguiente firma:

`public boolean esPrefijo(BinaryTree<Integer> arbol1, BinaryTree<Integer> arbol2).`

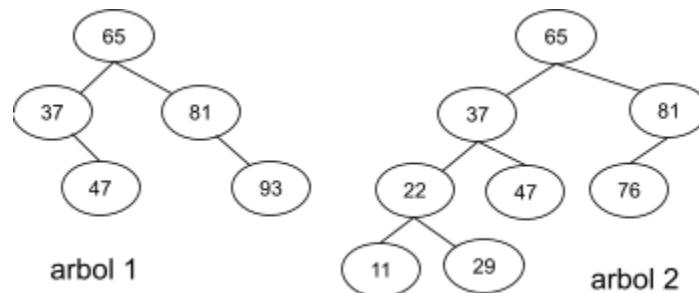
El método devuelve `true` si *arbol1* es prefijo de *arbol2*, `false` en caso contrario.

Se dice que un árbol binario *arbol1* es prefijo de otro árbol binario *arbol2* cuando *arbol1* coincide con la parte inicial del árbol *arbol2* tanto en el contenido de los elementos como en su estructura.

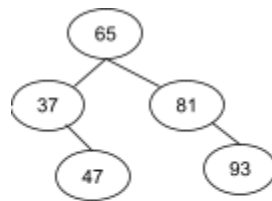
Por ejemplo, en la siguiente imagen, *arbol1* ES prefijo de *arbol2*.



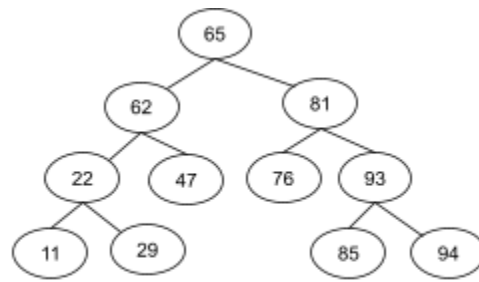
En esta otra, *arbol1* NO es prefijo de *arbol2* (el subárbol con raíz 93 no está en el árbol2).



En la siguiente, no coincide el contenido. El subárbol con raíz 37 figura con raíz 62, entonces, *arbol1* NO es prefijo de *arbol2*.



arbol 1



arbol 2

**Ejercicio 9.**

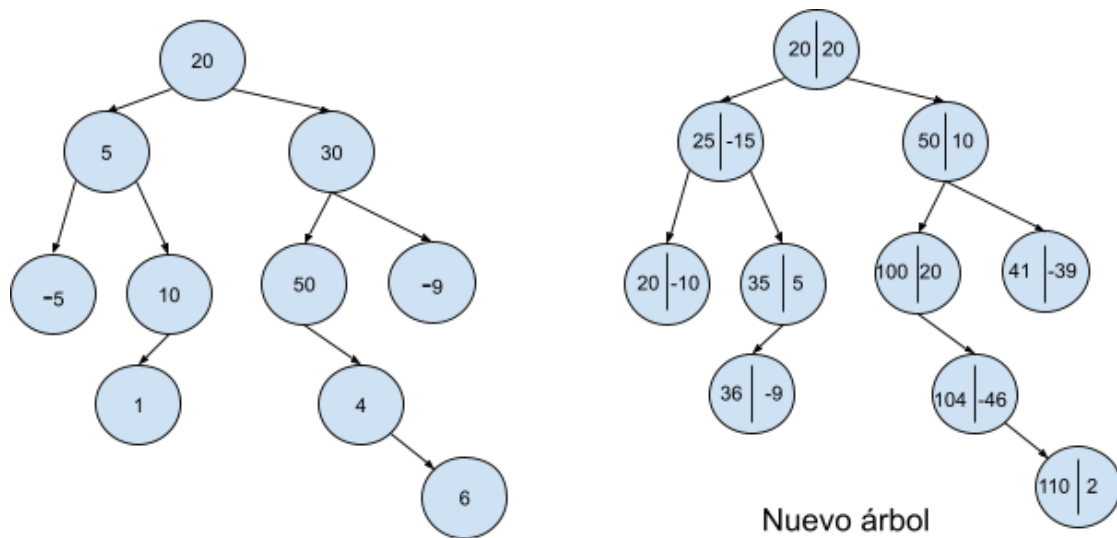
Escribir, en una clase *ParcialArboles*, el método público con la siguiente firma:

```
public BinaryTree<?> sumAndDif(BinaryTree<Integer> arbol).
```

El método recibe un árbol binario de enteros y devuelve un nuevo árbol que contiene, en cada nodo, dos tipos de información:

- La suma de los números a lo largo del camino desde la raíz hasta el nodo actual.
- La diferencia entre el número almacenado en el nodo original y el número almacenado en el nodo padre.

Ejemplo:



NOTA: En el nodo raíz, considerar que el valor del nodo padre es 0.