# Entrega TDA no lineales I

**Reto 3: TDA no lineales I**

Martina Victoria López Quijada

30/11/2025

## Objetivo

Diseñar procedimiento para escribir y leer en disco un árbol binario de forma que se recupere la estructura jerárquica de forma unívoca.

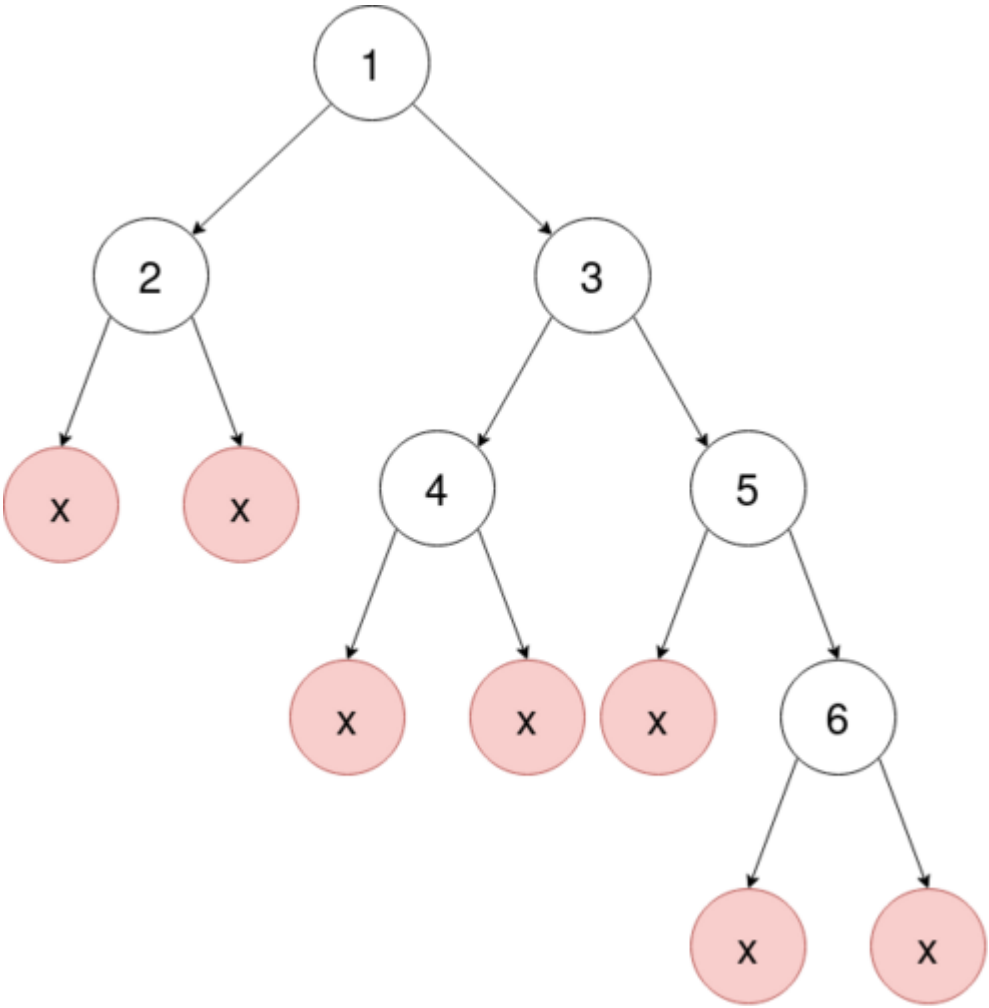
1. Escribir un árbol binario en una cadena de texto (función `serialize`)
2. Transformar una cadena de texto en un árbol binario (función `deserialize`)

## Diseño

- He diseñado e implementado una variación de la representación por niveles con centinelas.
- El algoritmo agrupa los caracteres que indican nodos nulos para que ocupen menos espacio.

Por ejemplo:

El árbol:



Se representa:

- Por niveles con centinelas: `1 2 3 * * 4 5 * * * 6 * *`
- Versión optimizada: `1 2 3 *2 4 5 *3 6 *2`

## Implementación

```
/**
 * Método para serializar un árbol binario
 *
 * El método elegido es recorrido por niveles con centinelas optimizados:
 * - Si la representación tiene varios caracteres centinela (*,*,*)
 * - Agrupamos estos caracteres ("*,*,*," => "*3,")
 *
 *
 * Dado el siguiente árbol binario:
 *
 *       1
 *     /   \
 *    2     3
 *   /\    /  \
 *  * *   4   5
 *       /\  / \
 *      * * *  6
 *            / \
 *           *  *
 *
 * La función serialize genera:
 *
 * serialize(tree) = "1,2,3,*2,4,5,*3,6,*2"
 *
 * En las funciones para serializar y deserializar el árbol, asumo que
 * los parámetros tienen sentido y no son árboles nulos para simplificar
 * el código.
 *
 * @file leveorder.cpp
 * @author Victoria
 */

#include <string>
#include <queue>
#include <iostream>
#include <sstream>
using namespace std;

/**
 * Nodo de árbol binario simple
 */
struct TreeNode {
    int data;
```

```
    TreeNode * left;
    TreeNode * right;

    TreeNode(int x) : data(x), left(nullptr), right(nullptr) {}
};

/**
 * Función para serializar un árbol binario
 *
 * @param node Puntero a la raíz del árbol binario
 * @return representación en string del árbol binario
 */
string serialize(TreeNode* node) {
    string out;
    queue<TreeNode*> q; // para el recorrido por niveles se usa una cola
    q.push(node);

    // Para la optimización de centinelas es necesario
    // contar el número de nodos nulos seguidos
    int null_count = 0;
    bool prev_was_null = false;

    while (!q.empty()) {
        TreeNode* cur = q.front();
        q.pop();
        if (cur == nullptr) {
            prev_was_null = true;
            null_count++;   // contar caracteres nulos consecutivos
        } else {
            if (prev_was_null) {
                // añadir centinelas optimizados
                out += "*" + to_string(null_count) + ",";
            }
            prev_was_null = false;
            null_count = 0;

            out += to_string(cur->data) + ',';
        }

        if (cur != nullptr) {
            q.push(cur->left);
            q.push(cur->right);
        }
    }

    // Añadir centinelas del final
    if (prev_was_null) {
        out += "*" + to_string(null_count) + ",";
    }

    return out;
}

/**
```

```cpp
 * @brief Convierte la representación por niveles con centinelas
 * optimizados en una representación por niveles con centinelas normal.
 *
 * @code{.cpp}
 * string str = "*10,2,3,9,*2";
 * cout << decompress_bintree(str); // => *,*,*,*,*,*,*,*,*,*,2,3,9,*,*,
 * @endcode
 *
 * @param data Árbol binario representado por niveles con centinelas
 *   optimizados
 * @return Árbol binario representado por niveles con centinelas
 */
string decompress_bintree(string data) {
    string out;
    for (int i = 0; i < data.size(); i++) {
        if (data[i] == '*' && data[i+1] != ',') {

            i++;
            int j = i;
            while (isdigit(data[j])) j++;

            int nulls = stoi(data.substr(i,j));

            for (int n = 0; n < nulls; n++) {
                out += "*,";
            }
            i = j;

        } else {
            out += data[i];
        }
    }

    return out;
}

/**
 * @brief Reconstruye un árbol binario dada su representación
 * por niveles con centinelas optimizados.
 *
 * Usa stringstream y getline para separar el string por las comas.
 *
 * @param data Representación por niveles con centinelas optimizados
 * @return Puntero a la raíz del árbol binario generado
 */
TreeNode* deserialize(string data) {
    string decomp = decompress_bintree(data);
    stringstream ss(decomp);
    string str;
    getline(ss,str,',');
    queue<TreeNode*> q; // usa una cola para el recorrido por niveles

    // El primer dato nunca es null (*)
    TreeNode *root = new TreeNode(stoi(str));
```

```
    q.push(root);

    while (!q.empty()) {
        TreeNode* cur = q.front();
        q.pop();

        getline(ss,str,','); // hijo izquierdo de cur
        if (str == "*") {
            cur->left = nullptr;
        } else {
            TreeNode* left_node = new TreeNode(stoi(str));
            cur->left = left_node;
            q.push(cur->left);
        }

        getline(ss,str,','); // hijo derecho de cur
        if (str == "*") {
            cur->right = nullptr;
        } else {
            TreeNode* right_node = new TreeNode(stoi(str));
            cur->right = right_node;
            q.push(cur->right);
        }

    }

    return root;

}

/**
 * Imprime el recorrido en inorden de un árbol binario.
 * Usado en los tests.
 */
void print_inorder(TreeNode *node) {
    if (node == nullptr) return;
    print_inorder(node->left);
    cout << node->data << ", ";
    print_inorder(node->right);
}

/**
 * Imprime el recorrido en preorden de un árbol binario.
 * Usado en los tests.
 */
void print_preorder(TreeNode *node) {
    if (node == nullptr) return;
    cout << node->data << ", ";
    print_preorder(node->left);
    print_preorder(node->right);
}

void test_bintree() {
    // Construir árbol
```

```
    TreeNode n1(1);
    TreeNode n2(2);
    TreeNode n3(3);
    TreeNode n4(4);
    TreeNode n5(5);
    TreeNode n6(6);

    n5.right = &n6;
    n3.right = &n5;
    n3.left = &n4;
    n1.right = &n3;
    n1.left = &n2;

    // Serializar arbol
    string ser = serialize(&n1);
    cout << "Árbol serializado:" << endl;
    cout << ser << endl;

    // Deserializar y recorrer árbol
    TreeNode *nuevo = deserialize(ser);
    cout << "\nInorden del árbol reconstruido: " << endl;
    print_inorder(nuevo);
    cout << "\nPreorden del árbol reconstruido: " << endl;
    print_preorder(nuevo);


    cout << "\n\nÁrbol reconstruido serializado otra vez:" << endl;
    cout << serialize(nuevo) << endl;
}

void test_bintree_2() {
    // Construir árbol
    TreeNode n1(1);
    TreeNode n2(2);
    TreeNode n3(3);
    TreeNode n4(4);
    TreeNode n5(5);
    TreeNode n6(6);
    TreeNode n7(7);
    TreeNode n8(8);

    n5.right = &n8;
    n2.left = &n4;
    n2.right = &n5;
    n3.left = &n6;
    n3.right = &n7;
    n1.left = &n2;
    n1.right = &n3;

    // Serializar arbol
    string ser = serialize(&n1);
    cout << "Árbol serializado:" << endl;
    cout << ser << endl;
```

```
    // Deserializar y recorrer árbol
    TreeNode *nuevo = deserialize(ser);
    cout << "\nInorden del árbol reconstruido: " << endl;
    print_inorder(nuevo);
    cout << "\nPreorden del árbol reconstruido: " << endl;
    print_preorder(nuevo);


    cout << "\n\nÁrbol reconstruido serializado otra vez:" << endl;
    cout << serialize(nuevo) << endl;
}

int main() {
    cout << "    == TEST 1 ==\n";
    test_bintree();
    cout << "\n\n     == TEST 2 ==\n";
    test_bintree_2();
}
```

## Ejemplo de ejecución

El código de la función `main` imprime por pantalla este resultado:

```
    == TEST 1 ==
Árbol serializado:
1,2,3,*2,4,5,*3,6,*2,

Inorden del árbol reconstruido:
2, 1, 4, 3, 5, 6,
Preorden del árbol reconstruido:
1, 2, 3, 4, 5, 6,

Árbol reconstruido serializado otra vez:
1,2,3,*2,4,5,*3,6,*2,


     == TEST 2 ==
Árbol serializado:
1,2,3,4,5,6,7,*3,8,*6,

Inorden del árbol reconstruido:
4, 2, 5, 8, 1, 6, 3, 7,
Preorden del árbol reconstruido:
1, 2, 4, 5, 8, 3, 6, 7,

Árbol reconstruido serializado otra vez:
1,2,3,4,5,6,7,*3,8,*6,
```