Grado en Ingeniería Información

Estructura de Datos y Algoritmos

Sesión 11

Curso 2023-2024

Marta N. Gómez

UNIVERSIDAD NEBRIJA

T3. Tipos Abstractos de Datos (TAD)

- Árboles.
  - Conceptos generales
  - Realización del TAD Árbol Binario
  - Recorridos de Árboles Binarios
  - Árboles Binarios de Búsqueda (ABB)
  - Árboles Equilibrados (AVL)
  - Montículos

T3. Tipos Abstractos de Datos (TAD)

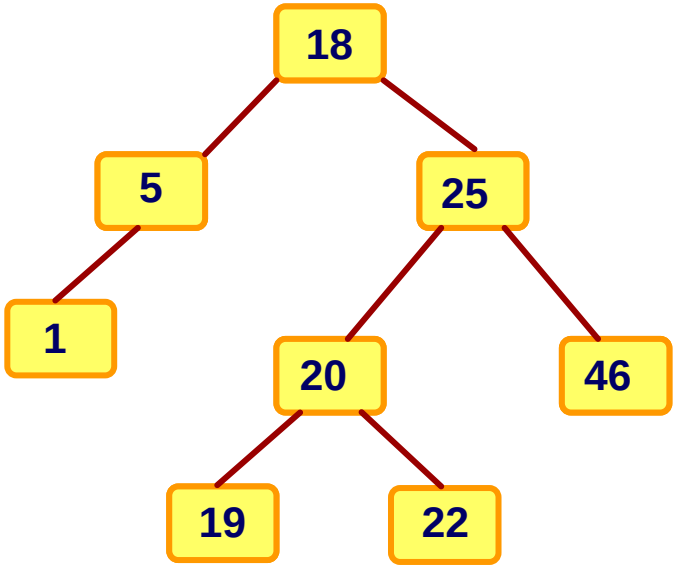
- **Árboles.**
  - Conceptos generales
  - Realización del TAD Árbol Binario
  - Recorridos de Árboles Binarios
  - **Árboles Binarios de Búsqueda (ABB)**
  - ~~Árboles Equilibrados (AVL)~~
  - ~~Montículos~~

UNIVERSIDAD NEBRIJA

ÍNDICE

ÁRBOLES BINARIOS DE BÚSQUEDA (ABB)

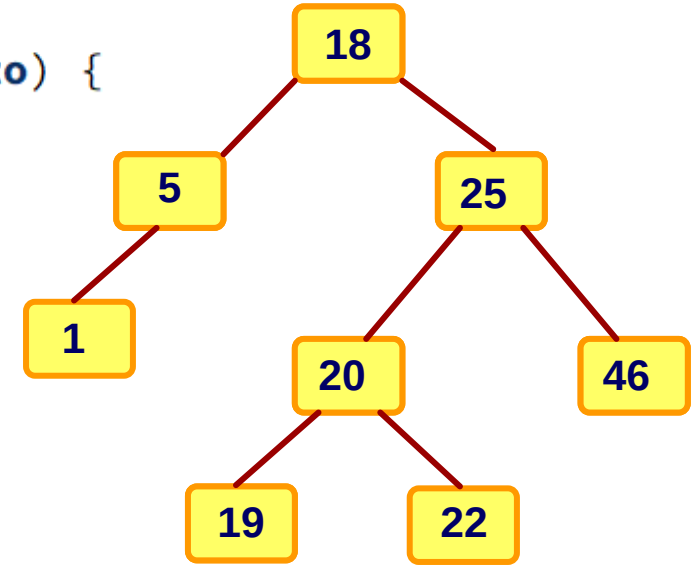
Un **Árbol binario de búsqueda (ABB)** es aquel que dado un nodo, todos los datos del **subárbol izquierdo** son **menores** que el dato de dicho nodo y los datos del **subárbol derecho** son **mayores o iguales** que el dato de dicho nodo.



```
//----------------Clase Nodo
class Nodo {
    public:
        CDato dato;
        shared_ptr<Nodo> hizq = nullptr;
        shared_ptr<Nodo> hdch = nullptr;
    public:
        Nodo(const CDato& d):dato{d} {};

        const CDato &getDato() const;
        void setDato(const CDato &newDato);

        const shared_ptr<Nodo> &getHizq() const;
        void setHizq(const shared_ptr<Nodo> &newHizq);

        const shared_ptr<Nodo> &getHdch() const;
        void setHdch(const shared_ptr<Nodo> &newHdch);

        void procesarNodo () const;
};
```

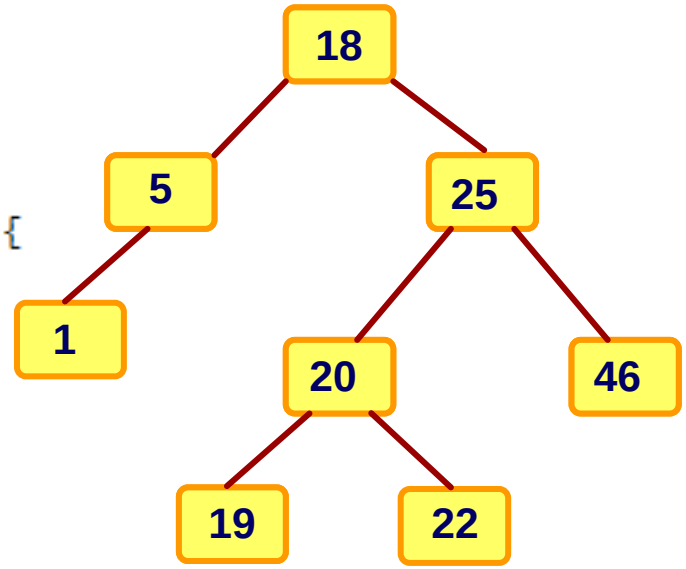
```
//---------------Clase Arbol Binario Busqueda
class Arbol {
    private:
        shared_ptr<Nodo> raiz = nullptr;
    public:
        Arbol():raiz(nullptr){};
        Arbol(CDato const &dato);

        bool empty() const;

        void addHizq(Arbol const &Ai);
        void addHdch(Arbol const &Ad);
        void construirArbol (Arbol const &Ai, Arbol const &Ad,
                             CDato const &dato);

        CDato const &getDatoNodo () const;
        const shared_ptr<Nodo> &getHiNodo() const;
        const shared_ptr<Nodo> &getHdNodo() const;

        const shared_ptr<Nodo> &getRaiz() const;
        void setRaiz(const shared_ptr<Nodo> &newRaiz);
```

```
// Insertar nodos en el árbol BB recursivamente
void Arbol::insertadoNodoABBRec(shared_ptr<Nodo> &A,
                                CDato const &dato) {
    if (A == nullptr) {
        A = make_shared<Nodo>(Nodo{dato});
    }
    else {
        if (A->getDato().getN() > dato.getN()) {
            insertadoNodoABBRec(A->hizq, dato);
        }
        else if (A->getDato().getN() <= dato.getN()) {
            insertadoNodoABBRec(A->hdch, dato);
        }
    }
}

void Arbol::insertarNodoABBRec(CDato const &dato) {
    insertadoNodoABBRec(raiz, dato);
}
```

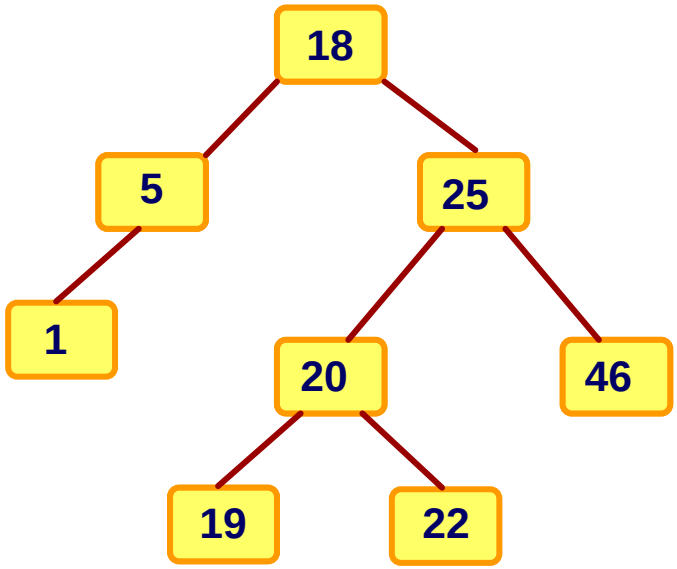


ÁRBOLES ABB

```
// Insertar nodos en el árbol BB iterativamente
void Arbol::insertarNodoABBIter(CDato const &dato)    {
    shared_ptr<Nodo> Anew(make_shared<Nodo>(Nodo{dato}));
    if (raiz == nullptr) {
        raiz = Anew;
    }
    else {
        shared_ptr<Nodo> Ant, A = raiz;
       // Bucle para buscar donde se añade el nuevo nodo
        while (A != nullptr) {
           Ant = A; // puntero que guarda la dirección del nodo padre
           if (A->getDato().getN() > dato.getN()) {
               A = A->hizq;
           } else {
               A = A->hdch;
           }
        }
        // Se inserta el nuevo nodo
        if (Ant->getDato().getN() > dato.getN()) {
            Ant->hizq = Anew;
        } else {
            Ant->hdch = Anew;
        }
    }
}
```



```
// Buscar nodos en el árbol BB recursivamente
shared_ptr<Nodo> Arbol::busquedaNodoABBRec(shared_ptr<Nodo> A,
                                           CDato const &dato) const {
    if (A != nullptr) {
        if (A->getDato().getN() > dato.getN()) {
            A = busquedaNodoABBRec(A->hizq, dato);
        }
        else if (A->getDato().getN() < dato.getN()) {
                A = busquedaNodoABBRec(A->hdch, dato);
        }
    }
    return A;
}

 shared_ptr<Nodo> Arbol::buscarNodoABBRec(CDato const &dato) const {
      return busquedaNodoABBRec(raiz, dato);
}
```



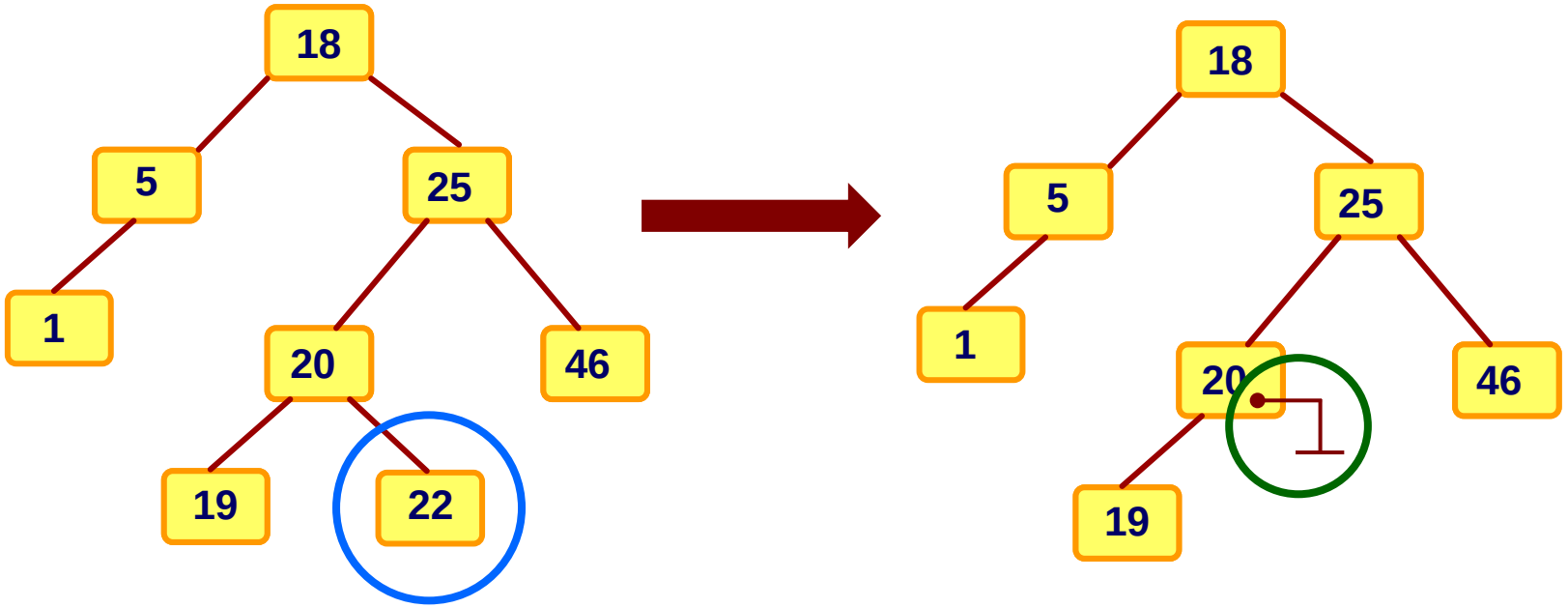
ELIMINACIÓN:

Operación más complicada porque puede implicar la reorganización de varios nodos del árbol.

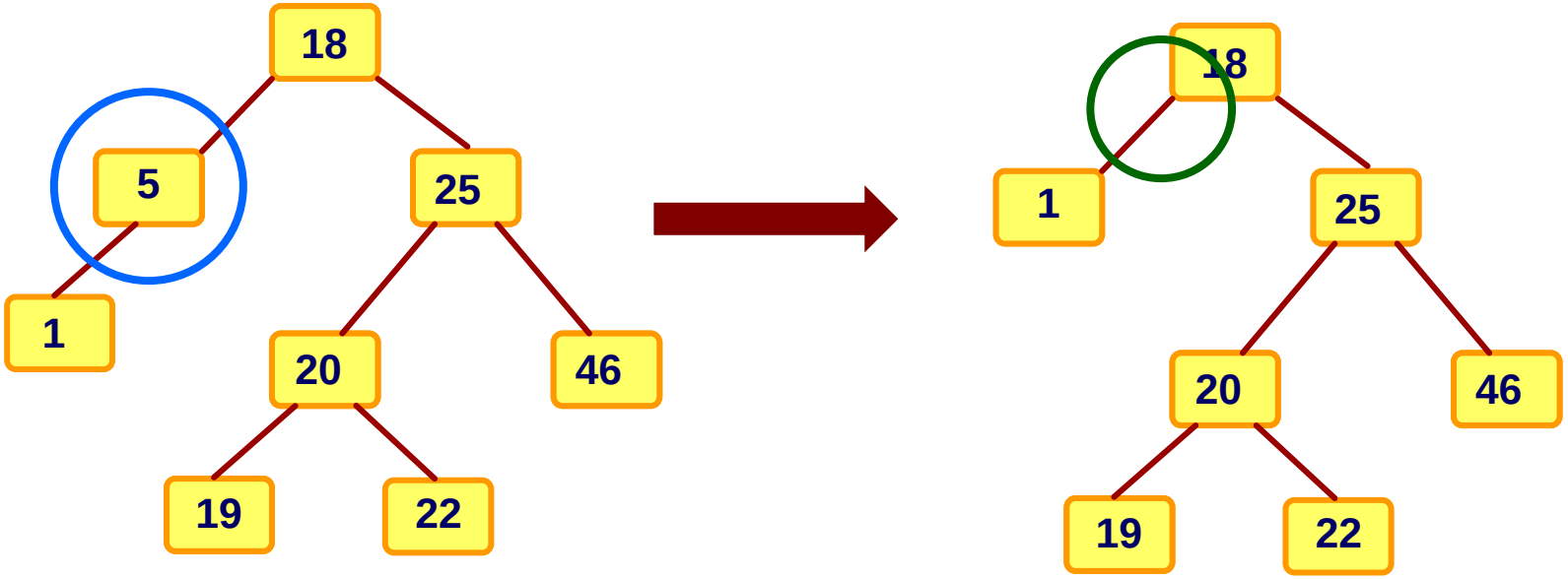
Los pasos a seguir son:

- Buscar el nodo a eliminar, sin perder la posición del nodo padre.
- Casos:
  - **Nodo hoja**: asignar al nodo padre el valor nulo y liberar el nodo eliminado.
  - **Nodo con un único descendiente**: asignar al enlace del nodo padre el descendiente del nodo a eliminar.
  - **Nodo con dos descendientes**: reemplazar el nodo a eliminar por el nodo más a la derecha del subárbol izquierdo (**el mayor de los menores**) o por el nodo más a la izquierda del subárbol derecho (**el menor de los mayores**) y eliminar el nodo.

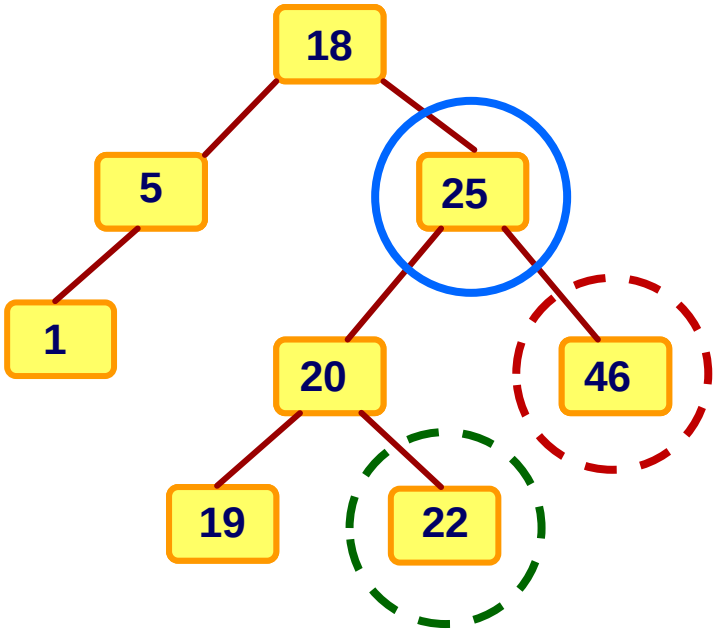
Eliminar un Nodo HOJA



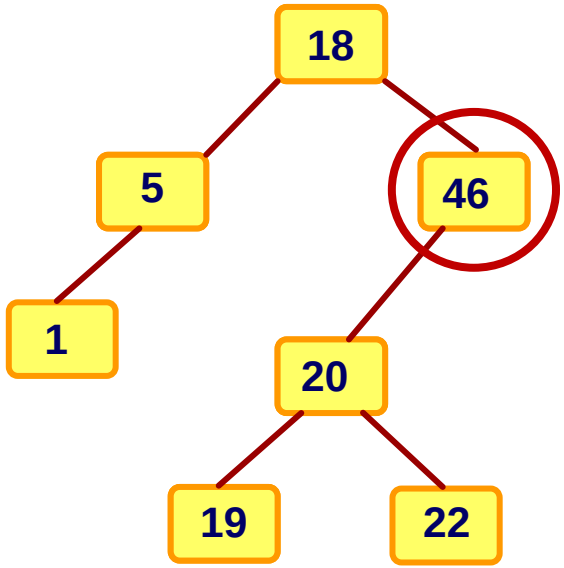
Eliminar un Nodo Con UN DESCENDIENTE



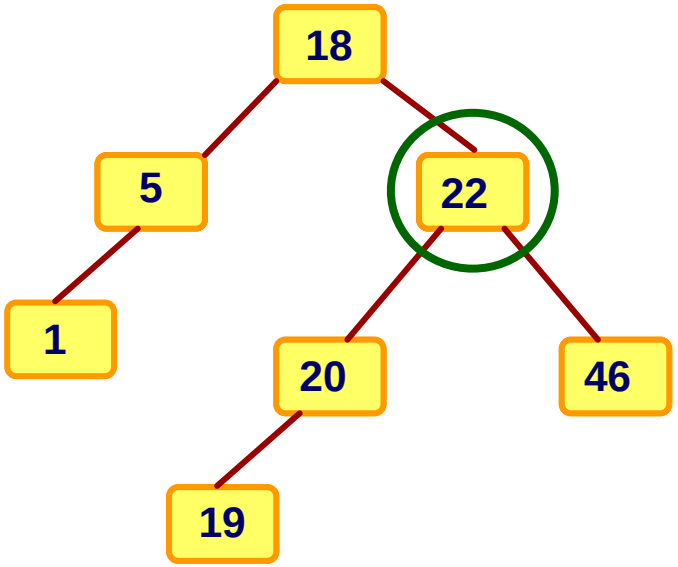
Eliminar un Nodo Con DOS DESCENDIENTE



Opción 1:
menor de los mayores



Opción 2:
mayor de los menores



```
void Arbol::eliminarNodoABB(const CDato &dato) {

    shared_ptr<Nodo> A = raiz;
    shared_ptr<Nodo> Apadre = nullptr;
    bool enc {false};

    // Buscamos el nodo que se quiere borrar y
    // se guarda la referencia del nodo padre en Apadre
    while ((A != nullptr) && !enc) {
        if (A->dato.getN() == dato.getN()) {
            enc = true;
        }
        else {
            Apadre = A;
            if (dato.getN() < A->dato.getN()) {
                A = A->hizq;
            }
            else {
                A = A->hdch;
            }
        }
    }
```

```
// El proceso continua siempre que se encuentre el dato
if (A != nullptr) {

    // El nodo tiene los dos hijos,
    // luego se sustituye por el mayor de los menores
    if (A->hizq != nullptr && A->hdch != nullptr) {
        A->dato = elMAYORdeMENORESIter(A->hizq);

        // Se busca el nodo con el mayor de los menores
        Apadre = A;
        A = A->hizq;
        while (A->hdch != nullptr) {
            Apadre = A;
            A = A->hdch;
        }
    }
```

```
        // El nodo No tiene los dos descendiente
        // También incluye el borrado del mayor de menores
        shared_ptr<Nodo> Anext;
        if (A->hizq != nullptr) {
            cout << "\n\tNext es hijo Izq";
            Anext = A->hizq;
        }
        else {
            cout << "\n\tNext es hijo Dch";
            Anext = A->hdch;
        }

        // Se actualiza el nodo padre del nodo borrado
        if (Apadre == nullptr) {
            // Cuando se borra el nodo raiz del árbol
            raiz = Anext;
        }
        else {
              if (Apadre->hizq == A) {
                  Apadre->hizq = Anext;
              }
              else {
                  Apadre->hdch = Anext;
              }
        }
    }
}
```

Busca el menor de los nodos mayores recursivamente

```
const CDato& Arbol::elMAYORdeMENORES(const shared_ptr<Nodo> &A) {
    if (A->hdch != nullptr) {
        return elMAYORdeMENORES(A->hdch);
    }
    else {
        return A->dato;
    }
}
```

Busca el menor de los nodos mayores iterativamente

```
// Busca el menor de los nodos mayores iterativamente.
const CDato& Arbol::elMAYORdeMENORESIter (shared_ptr<Nodo> A) {
    while (A->hdch != nullptr) {
    // Bajamos por la rama derecha
        A = A->hdch;
    }
    return A->dato;
}
```