



Programación 3

Cursada 2020

Prof. Alejandra Schiavoni (ales@info.unlp.edu.ar)

Prof. Pablo Iuliano (piuliano@info.unlp.edu.ar)

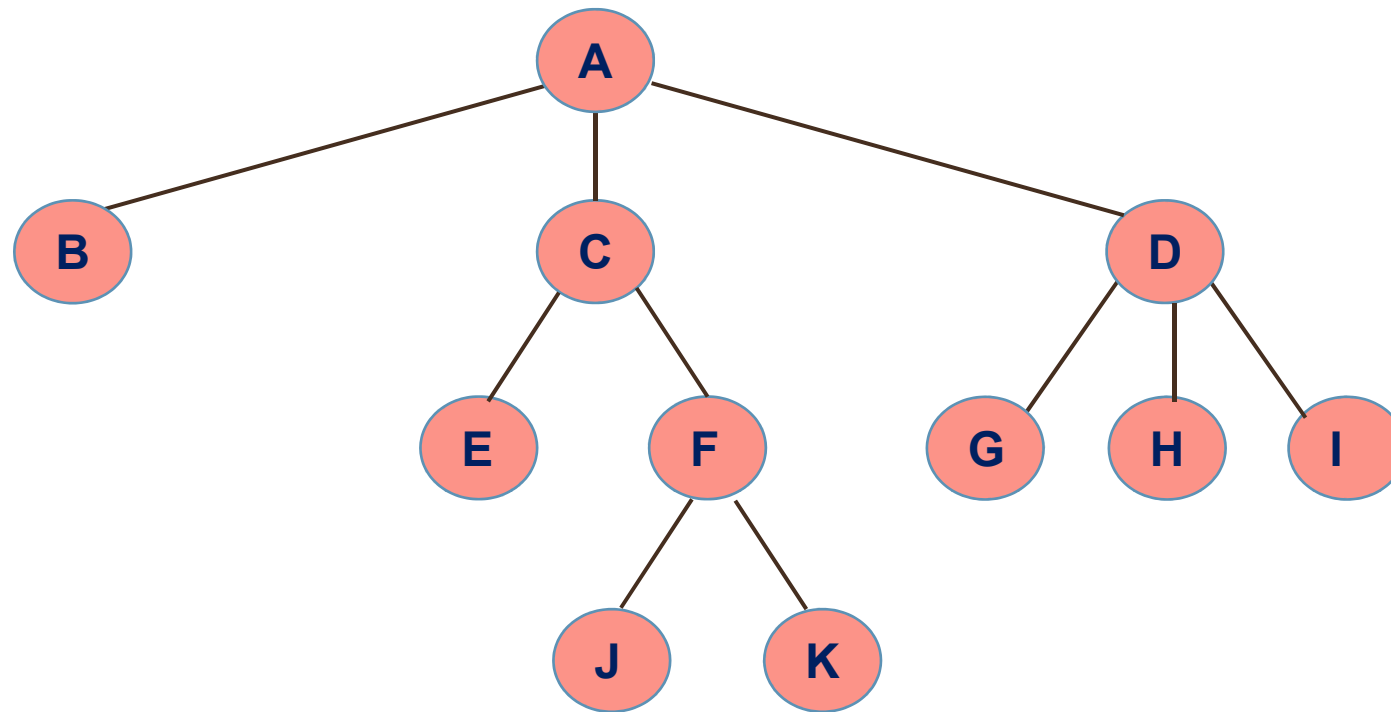
Árboles Generales

**Ejercitación usando Recorrido
por niveles**

Ejercicios

- 1) ¿Cuántos **niveles** tiene el árbol?
- 2) ¿Cuántos **nodos** hay en **cada** nivel del árbol?
- 3) ¿Cuántos **nodos** hay en el nivel k del árbol?

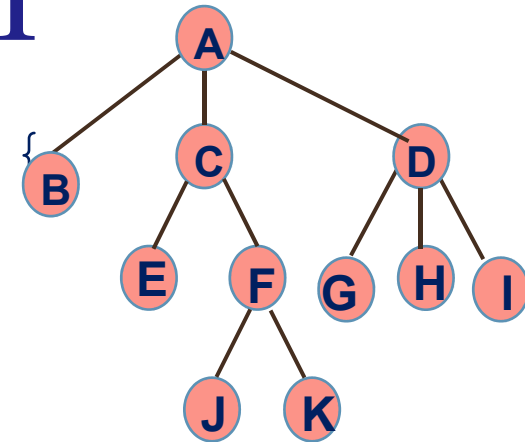
Resolución de los Ejercicios



Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Recorrido-Niveles

```
q: cola de vértices;  
encolar raíz R en q;  
mientras (cola no se vacíe) {  
    desencolar v de q;  
    imprimir (dato de v);  
    para cada hijo w de v  
        encolar w en q; }  
}
```



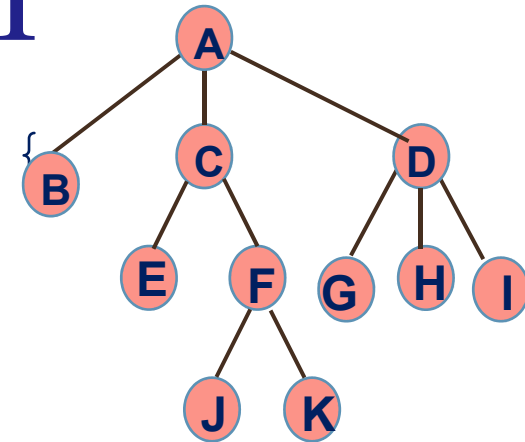
A

← Cola

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Recorrido-Niveles

```
q: cola de vértices;  
encolar raíz R en q;  
mientras (cola no se vacíe) {  
    desencolar v de q;  
    imprimir (dato de v);  
    para cada hijo w de v  
        encolar w en q; }  
}
```

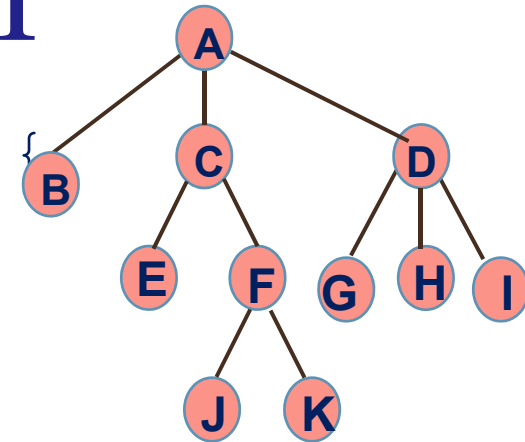


← Cola

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Recorrido-Niveles

```
q: cola de vértices;  
encolar raíz R en q;  
mientras (cola no se vacíe) {  
    desencolar v de q;  
    imprimir (dato de v);  
    para cada hijo w de v  
        encolar w en q; }  
}
```



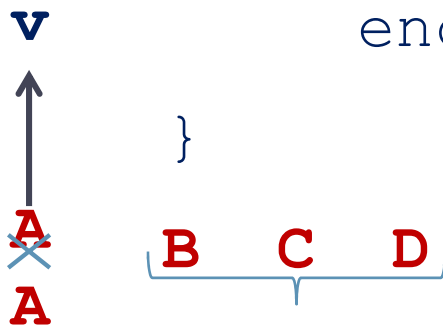
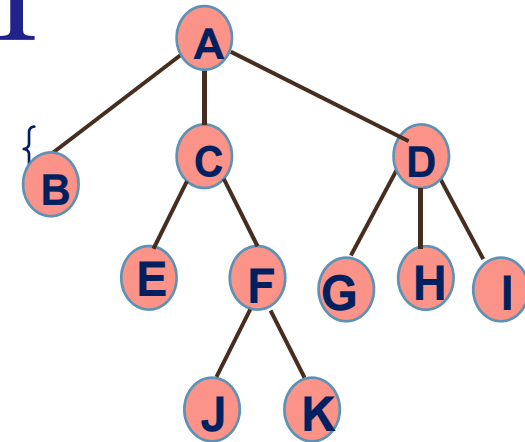
← Cola

← Salida

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Recorrido-Niveles

```
q: cola de vértices;  
encolar raíz R en q;  
mientras (cola no se vacíe) {  
    desencolar v de q;  
    imprimir (dato de v);  
    para cada hijo w de v  
        encolar w en q; }  
}
```



← Cola

← Salida

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Recorrido-Niveles

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

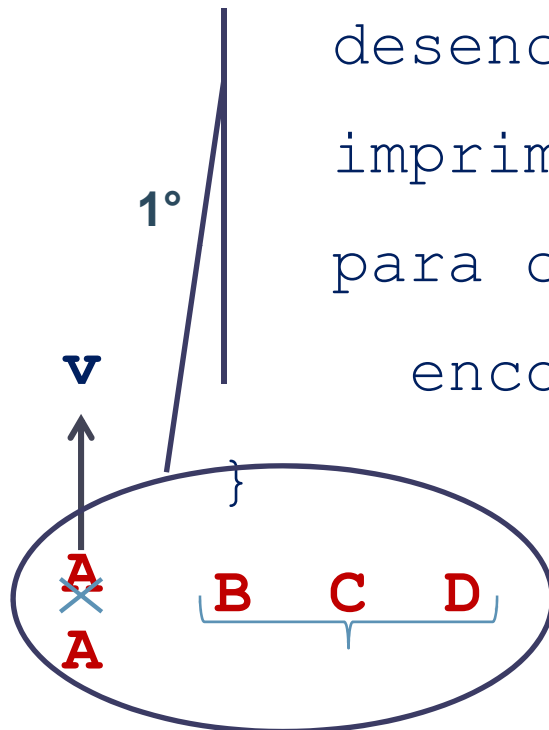
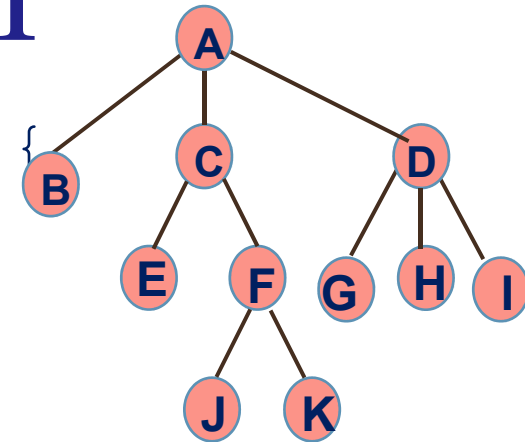
mientras (cola no se vacíe) {

 desencolar **v** de q;

 imprimir (**dato** de v);

 para cada hijo **w** de **v**

 encolar **w** en q; }



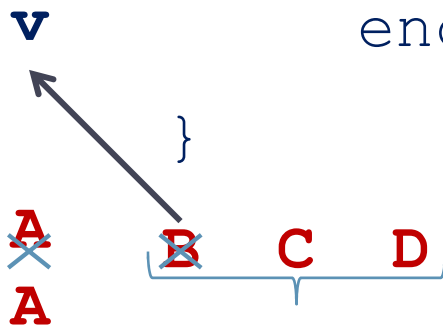
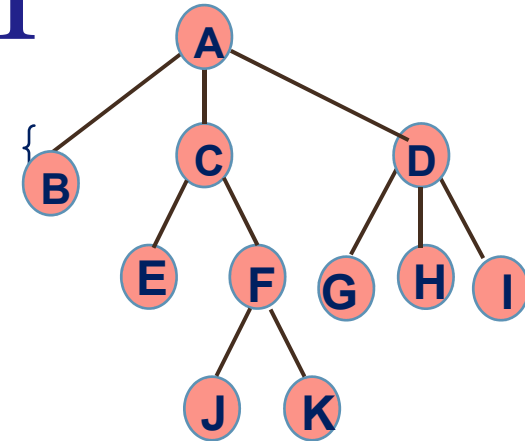
← Cola

← Salida

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Recorrido-Niveles

```
q: cola de vértices;  
encolar raíz R en q;  
mientras (cola no se vacíe) {  
    desencolar v de q;  
    imprimir (dato de v);  
    para cada hijo w de v  
        encolar w en q; }
```



← Cola

← Salida

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Recorrido-Niveles

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

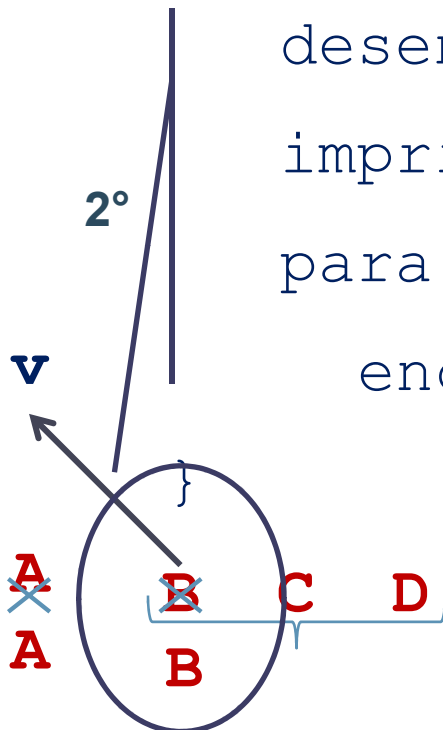
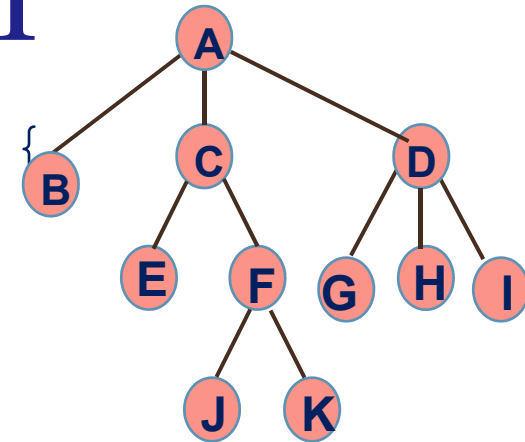
mientras (cola no se vacíe) {

 desencolar **v** de q;

 imprimir (**dato** de v);

 para cada hijo **w** de **v**

 encolar **w** en q; }



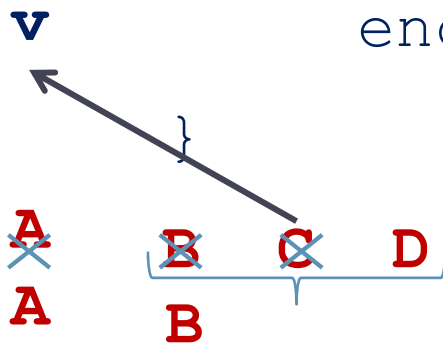
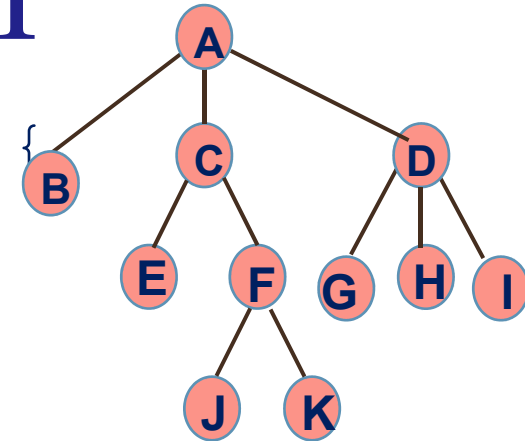
← Cola

← Salida

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Recorrido-Niveles

```
q: cola de vértices;  
encolar raíz R en q;  
mientras (cola no se vacíe) {  
    desencolar v de q;  
    imprimir (dato de v);  
    para cada hijo w de v  
        encolar w en q; }
```



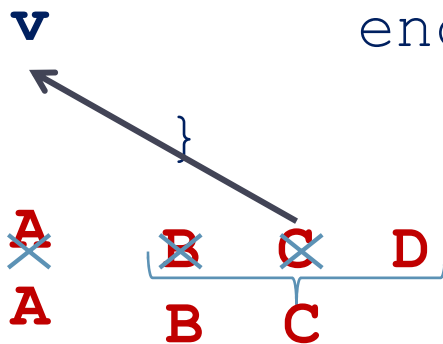
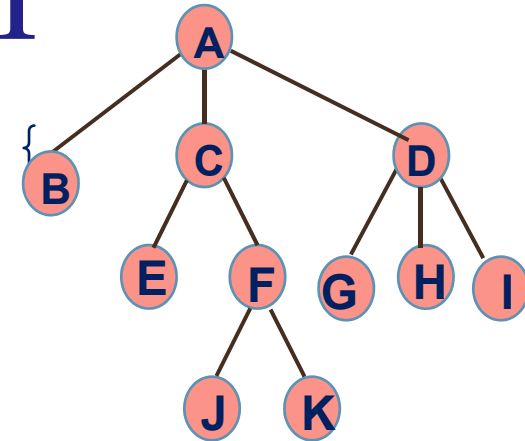
← Cola

← Salida

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Recorrido-Niveles

```
q: cola de vértices;  
encolar raíz R en q;  
mientras (cola no se vacíe) {  
    desencolar v de q;  
    imprimir (dato de v);  
    para cada hijo w de v  
        encolar w en q; }
```



← Cola

← Salida

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Recorrido-Niveles

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

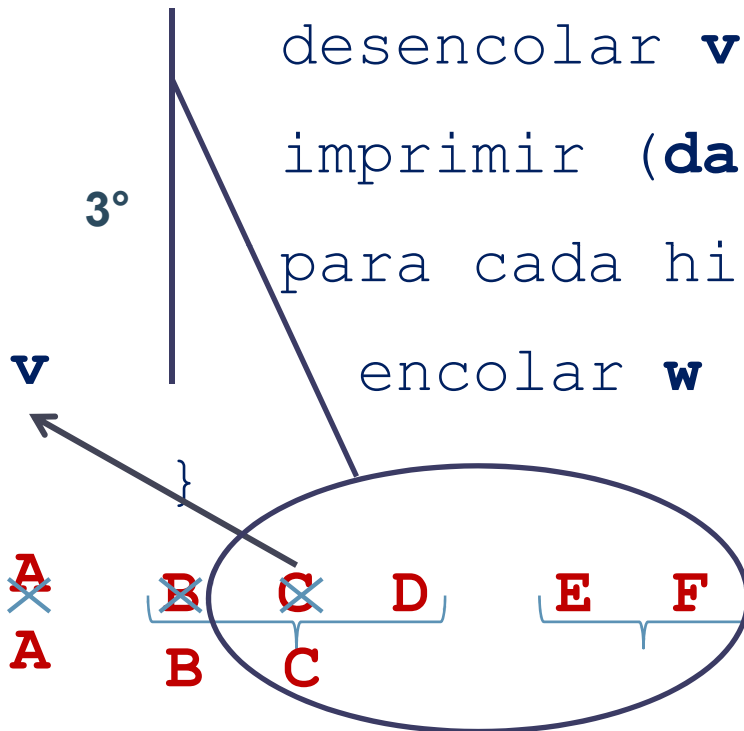
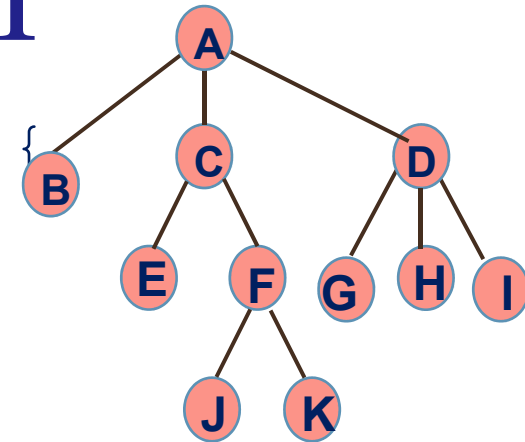
mientras (cola no se vacíe) {

 desencolar **v** de q;

 imprimir (**dato** de v);

 para cada hijo **w** de **v**

 encolar **w** en q; }



← Cola

← Salida

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Recorrido-Niveles

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

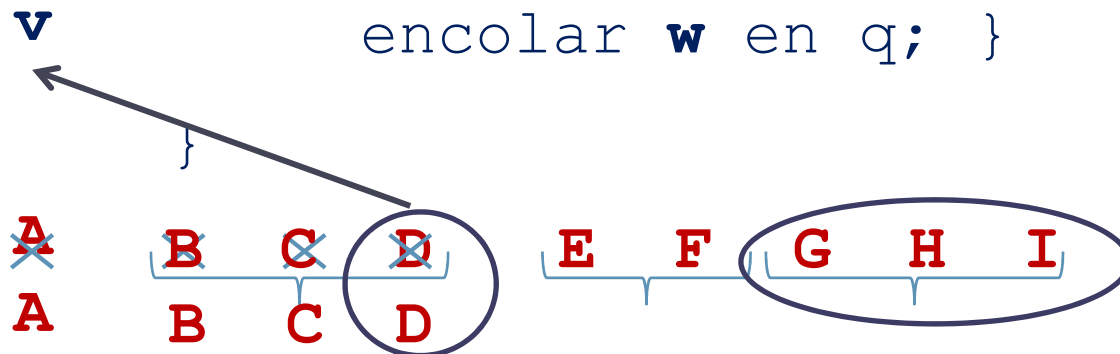
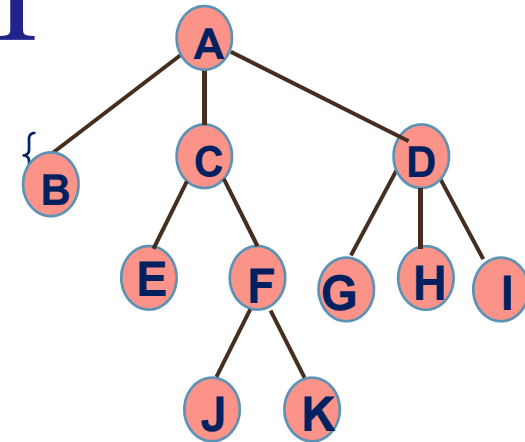
mientras (cola no se vacíe) {

 desencolar **v** de q;

 imprimir (**dato** de v);

 para cada hijo **w** de **v**

 encolar **w** en q; }



← Cola

← Salida

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Recorrido-Niveles

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

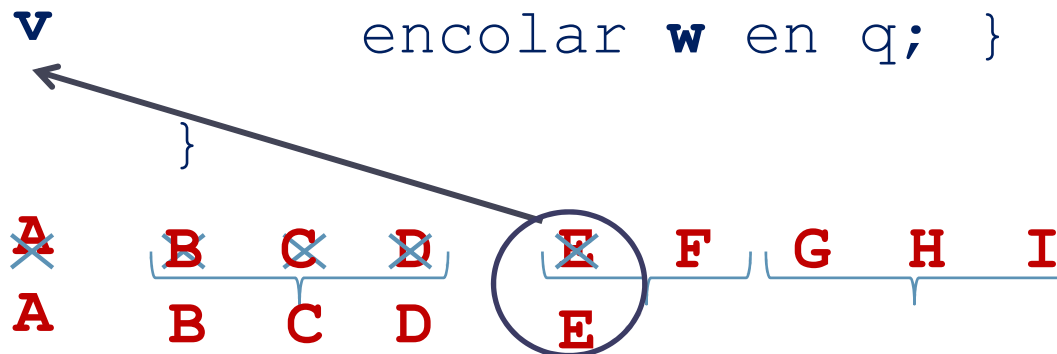
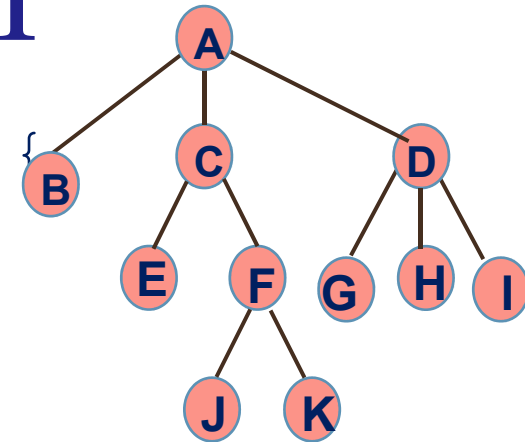
mientras (cola no se vacíe) {

 desencolar **v** de q;

 imprimir (**dato** de v);

 para cada hijo **w** de **v**

 encolar **w** en q; }



← Cola

← Salida

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Recorrido-Niveles

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

mientras (cola no se vacíe) {

 desencolar **v** de q;

 imprimir (**dato** de v);

 para cada hijo **w** de **v**

 encolar **w** en q; }

v

~~A~~
A

~~B~~
B

~~C~~
C

~~D~~
D

~~E~~
E

~~F~~
F

G

H

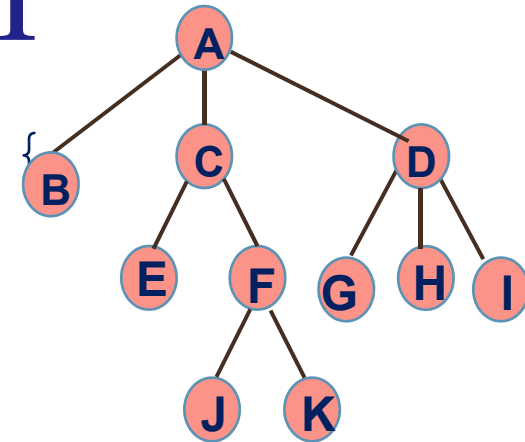
I

J

K

← Cola

← Salida



Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Recorrido-Niveles

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

mientras (cola no se vacíe) {

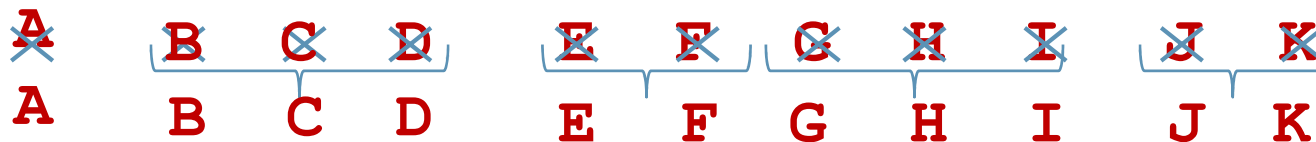
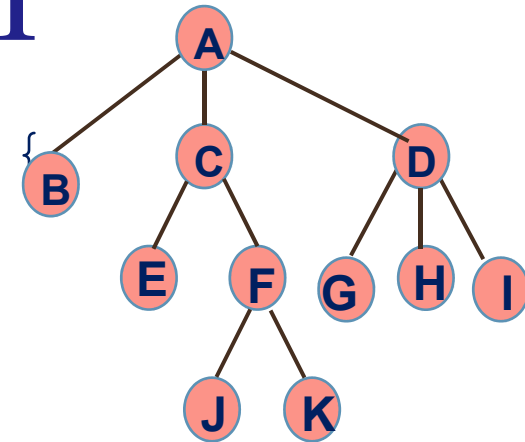
 desencolar **v** de q;

 imprimir (**dato** de v);

 para cada hijo **w** de **v**

 encolar **w** en q; }

}



Recorrido por niveles

Seudocódigo Recorrido_Niveles {

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

mientras (cola no se vacíe) {

 desencolar **v** de q;

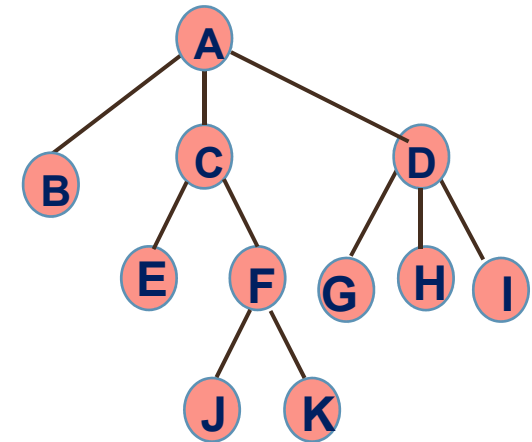
 imprimir (dato de **v**);

 para cada hijo **w** de **v**

 encolar **w** en q;

}

}



A B C D E F G H I J K

Resolución del Ejercicio 1

¿Cuántos **niveles** tiene el árbol?

- En el recorrido por niveles no se distingue a qué nivel pertenece cada nodo
- Necesito llevar un control de los niveles

Resolución del Ejercicio 1

¿Cuántos **niveles** tiene el árbol?

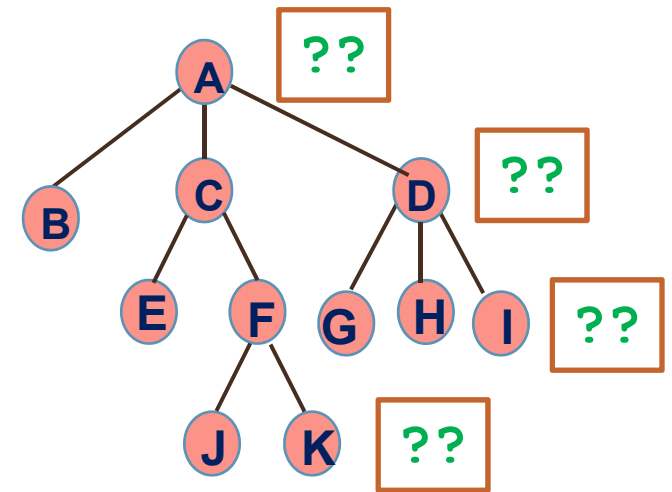
- En el recorrido por niveles no se distingue a qué nivel pertenece cada nodo
- Necesito llevar un control de los niveles



Inserto una marca al finalizar cada nivel

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Ejerc1-Niveles {
 q: cola de vértices;
 encolar raíz **R** en q;
 mientras (cola no se vacíe) {
 desencolar **v** de q;
 imprimir (dato de v);
 para cada hijo **w** de **v**
 encolar **w** en q; }
}



Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Ejerc1-Niveles {

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

mientras (cola no se vacíe) {

 desencolar **v** de q;

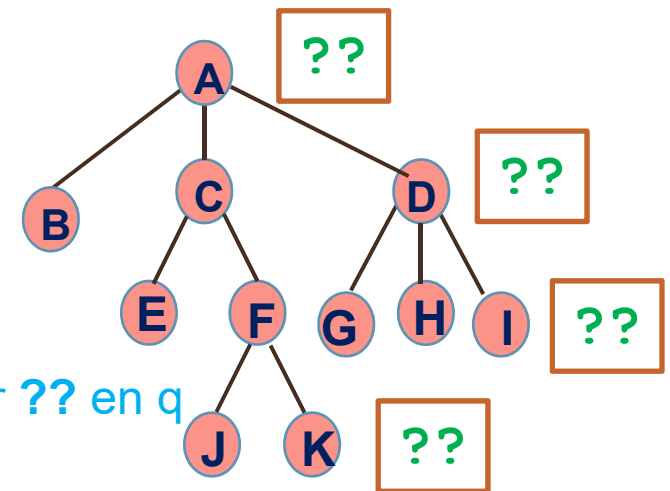
 imprimir (dato de v);

 para cada hijo **w** de **v**

 encolar **w** en q; }

?? }

A



← Cola

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Ejerc1-Niveles {

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

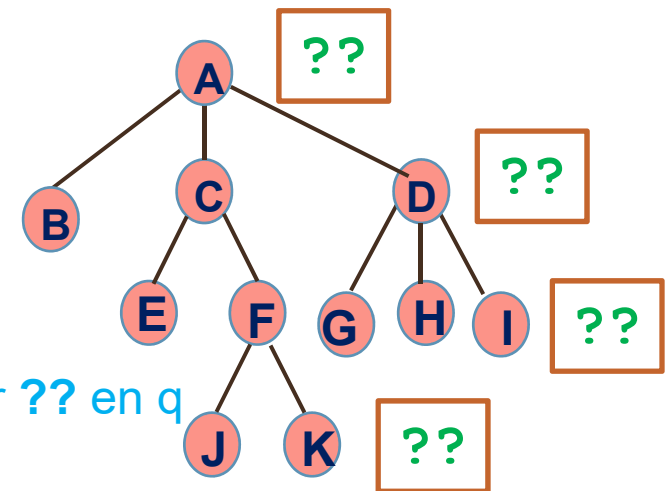
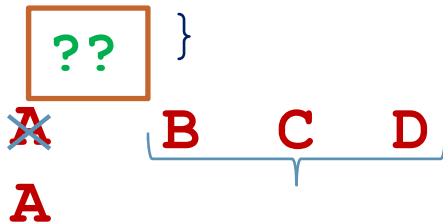
mientras (cola no se vacíe) {

 desencolar **v** de q;

 imprimir (dato de v);

 para cada hijo **w** de **v**

 encolar **w** en q; }



← Cola

← Salida

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Ejerc1-Niveles {

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

mientras (cola no se vacíe) {

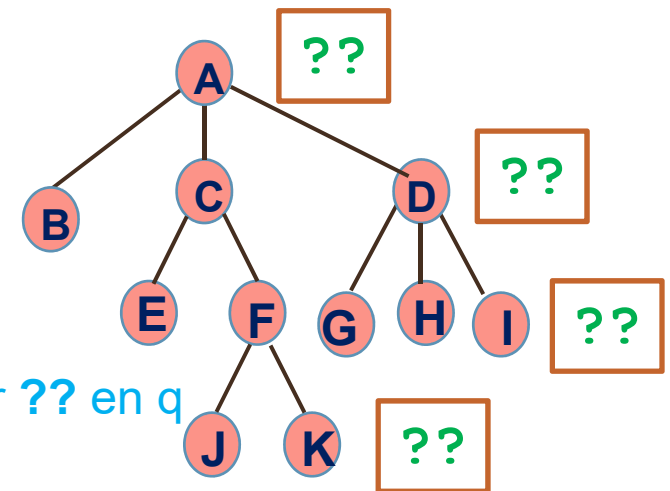
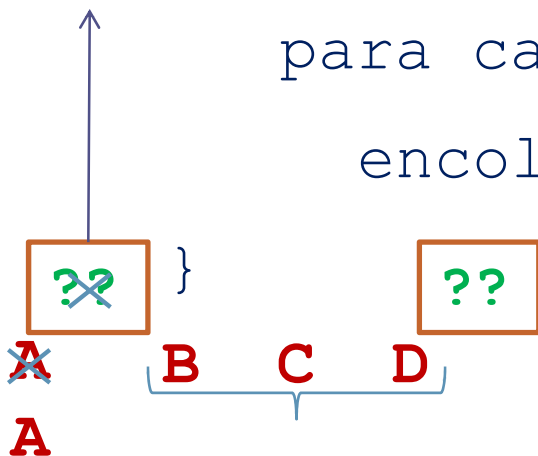
desencolar **v** de q;

imprimir (dato de v);

para cada hijo **w** de **v**

encolar **w** en q; }

Fin de
nivel



encolar ?? en q

si (dato de v es ??) encolar ?? en q

← Cola

← Salida

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Ejerc1-Niveles {

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

mientras (cola no se vacíe) {

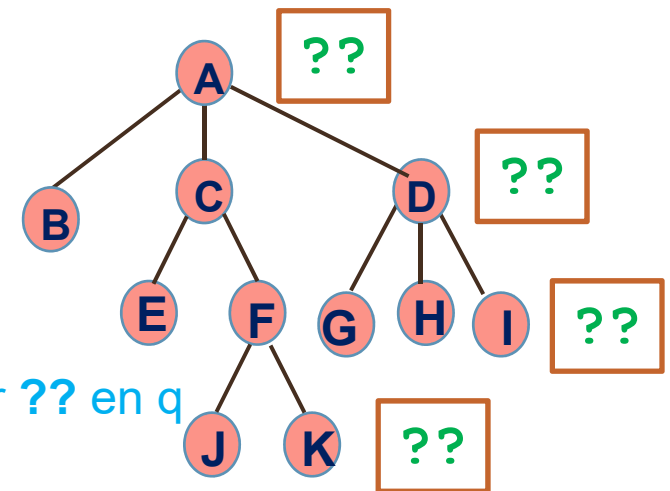
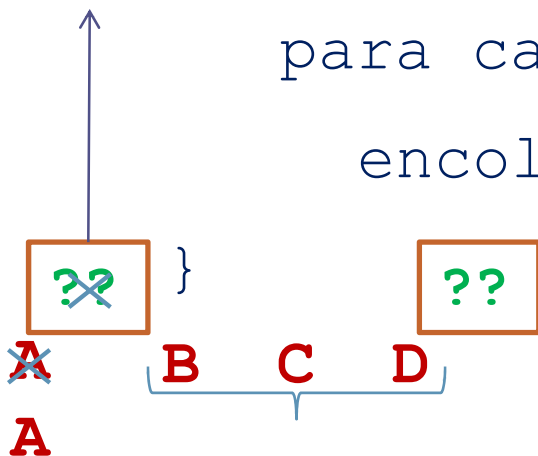
desencolar **v** de q;

imprimir (dato de v);

para cada hijo **w** de **v**

encolar **w** en q; }

Fin de
nivel



← Cola

← Salida

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Ejerc1-Niveles {

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

mientras (cola no se vacíe) {

desencolar **v** de q;

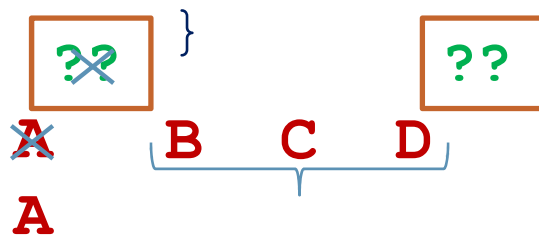
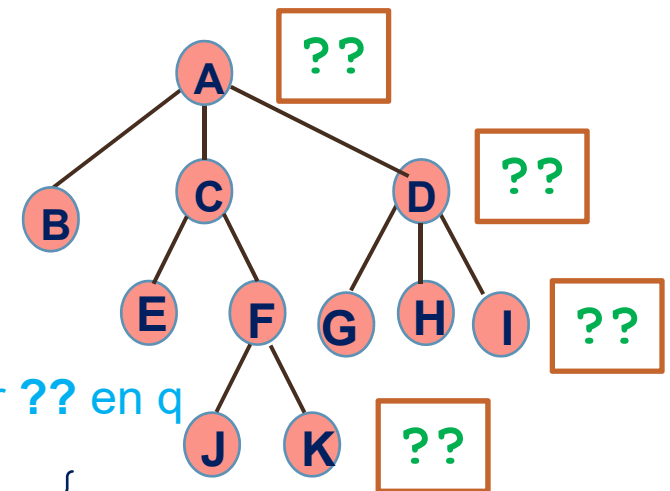
si (dato de v es ??) encolar ?? en q

sino

imprimir (dato de v);

para cada hijo **w** de **v**

encolar **w** en q; }



← Cola

← Salida

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Ejerc1-Niveles {

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

mientras (cola no se vacíe) {

desencolar **v** de q;

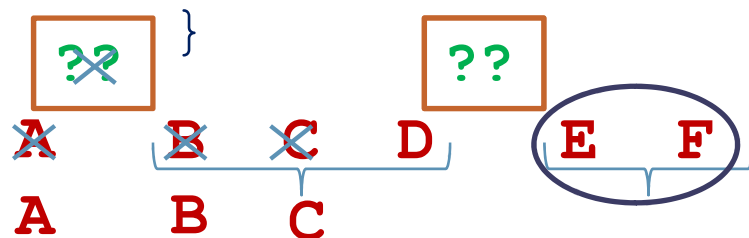
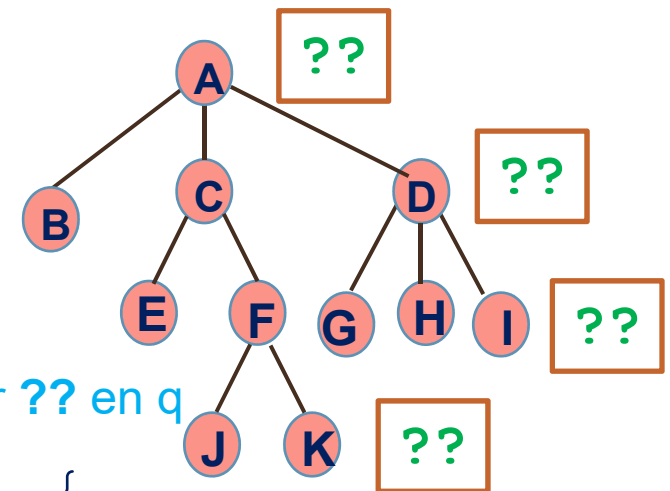
si (dato de v es ??) encolar ?? en q

sino

imprimir (dato de v);

para cada hijo **w** de **v**

encolar **w** en q; }



← Cola

← Salida

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Ejerc1-Niveles {

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

mientras (cola no se vacíe) {

desencolar **v** de q;

si (dato de v es ??) encolar ?? en q

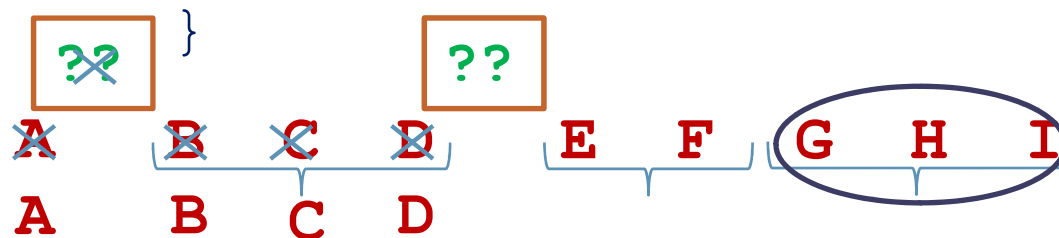
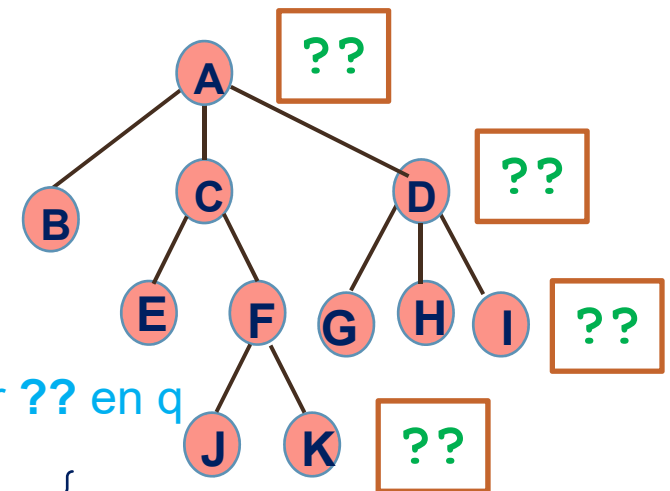
sino

imprimir (dato de v);

para cada hijo **w** de **v**

encolar **w** en q; }

encolar ?? en q



← Cola

← Salida

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Ejerc1-Niveles {

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

mientras (cola no se vacíe) {

desencolar **v** de q;

si (dato de v es ??) encolar ?? en q

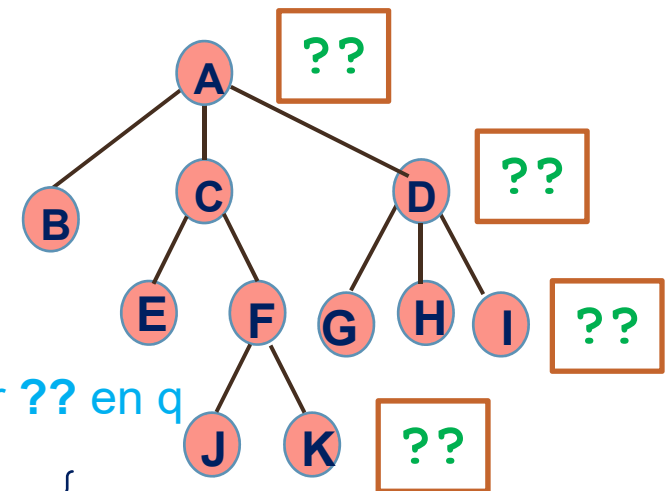
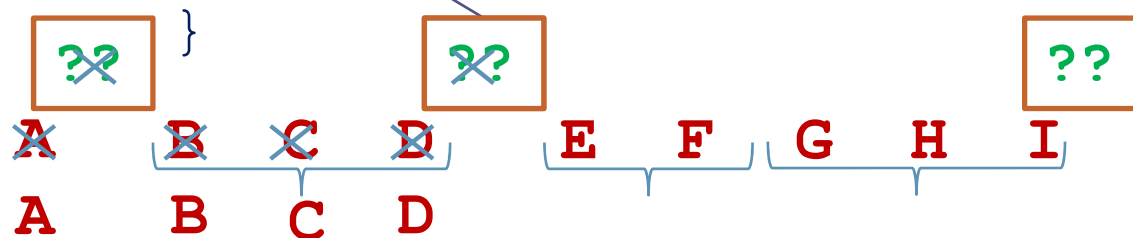
sino

imprimir (dato de v);

para cada hijo **w** de **v**

encolar **w** en q; }

Fin de
nivel



← Cola

← Salida

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Ejerc1-Niveles {

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

mientras (cola no se vacíe) {

 desencolar **v** de q;

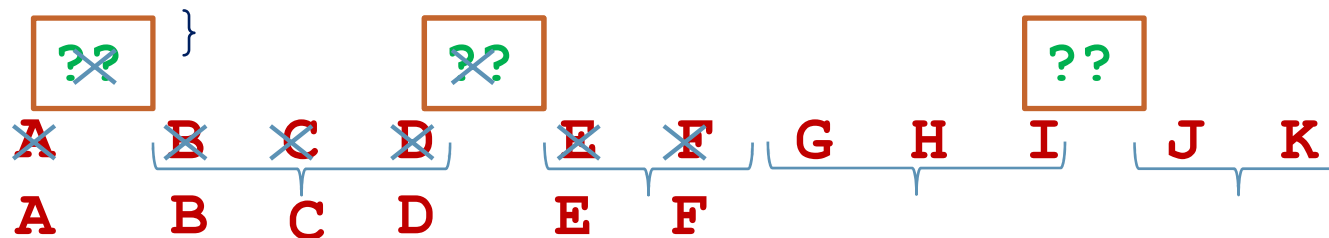
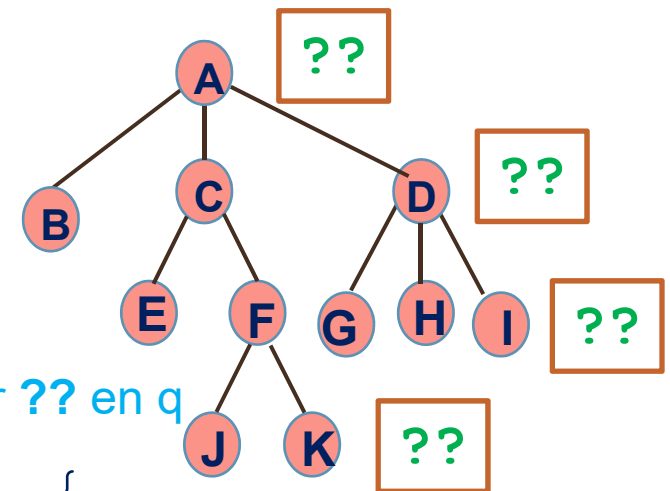
 si (dato de v es ??) encolar ?? en q

 sino

 imprimir (dato de v);

 para cada hijo **w** de **v**

 encolar **w** en q; }



← Cola

← Salida

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Ejerc1-Niveles {

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

mientras (cola no se vacíe) {

desencolar **v** de q;

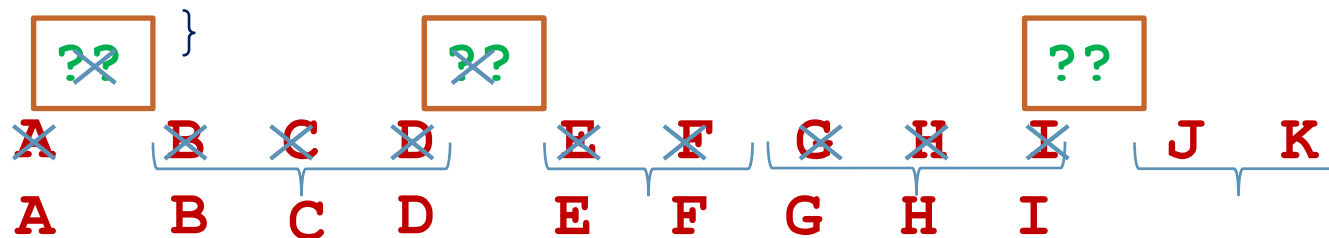
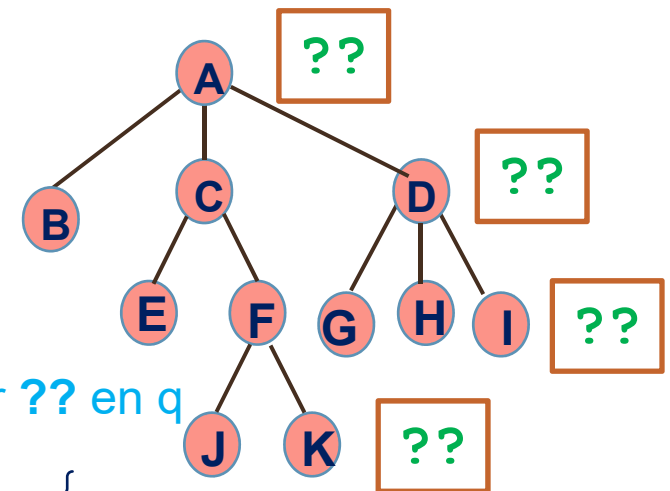
si (dato de v es ??) encolar ?? en q

sino

imprimir (dato de v);

para cada hijo **w** de **v**

encolar **w** en q; }



← Cola

← Salida

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Ejerc1-Niveles {

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

mientras (cola no se vacíe) {

desencolar **v** de q;

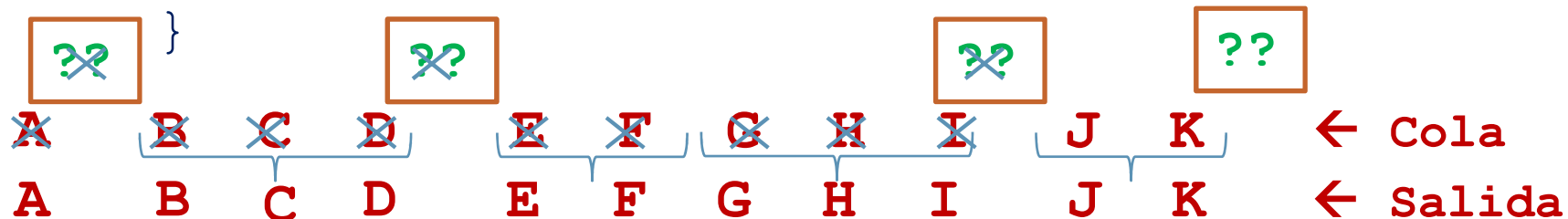
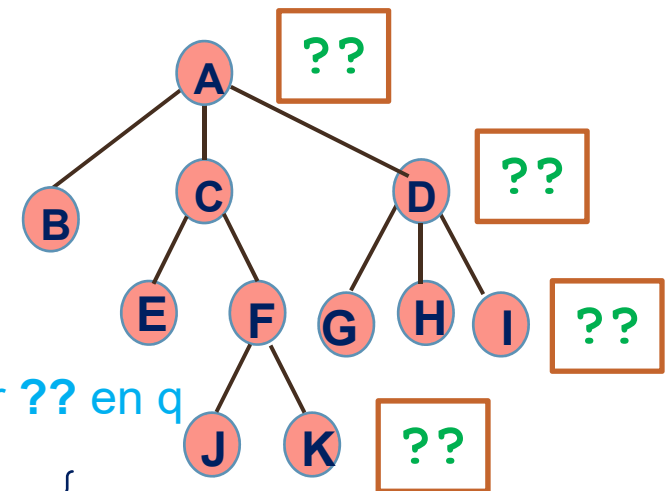
si (dato de v es ??) encolar ?? en q

sino

imprimir (dato de v);

para cada hijo **w** de **v**

encolar **w** en q; }



Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Ejerc1-Niveles {

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q;

mientras (cola no se vacíe) {

desencolar **v** de q;

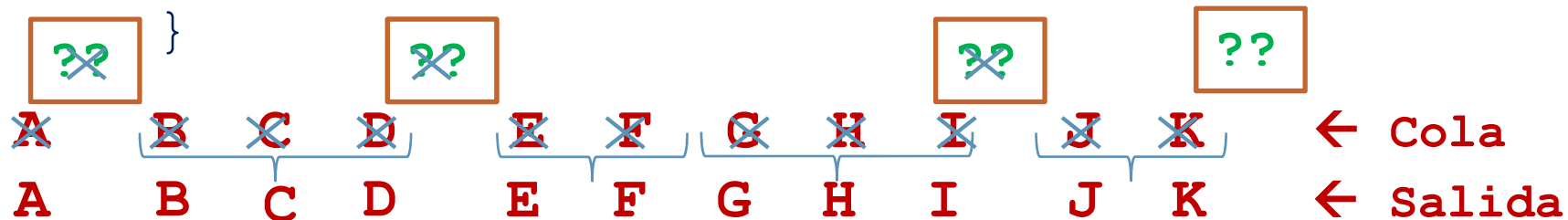
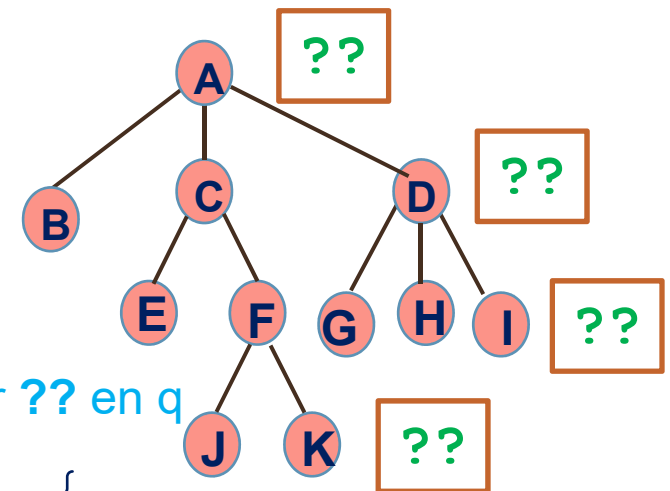
si (dato de v es ??) encolar ?? en q

sino

imprimir (dato de v);

para cada hijo **w** de **v**

encolar **w** en q; }



Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Ejerc1-Niveles {

```
q: cola de vértices;
```

encolar raíz **R** en q;

```
mientras (cola no se vacíe) {
```

desencolar **v** de q;

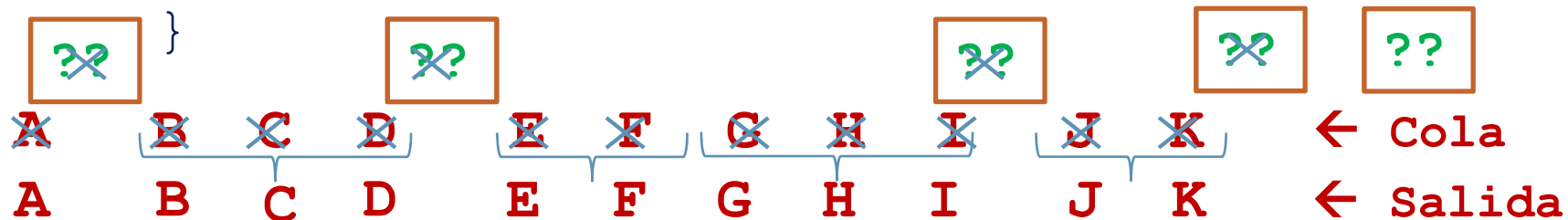
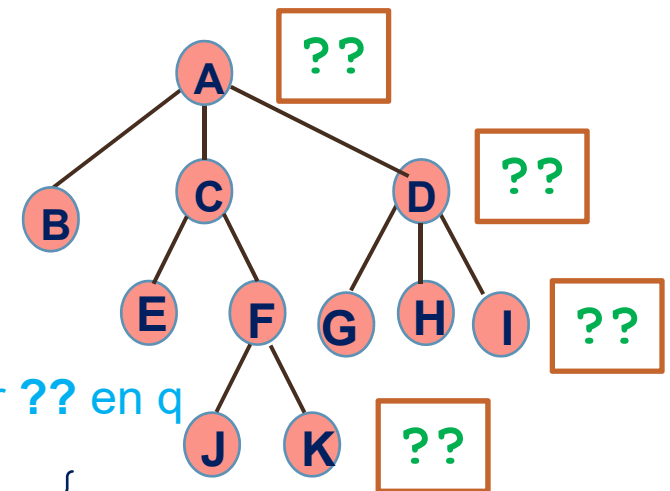
si (dato de v es ??) encolar ?? en q

sino

```
imprimir (dato de v);
```

para cada hijo \mathbf{w} de \mathbf{v}

```
encolar w en q; }
```



Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Ejerc1-Niveles {

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q; **encolar ?? en q;**

mientras (cola no se vacíe) {

desencolar **v** de q;

si (dato de v es ?? ← **encolar ?? en q**

sino

si (dato de v no es ??)

imprimir (dato de v);

para cada hijo **w** de **v**

encolar **w** en q; }



Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Ejerc1-Niveles {

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q; encolar ?? en q;

mientras (cola no se vacíe) {

desencolar **v** de q;

si (dato de **v** es ?? & q no está vacía)

encolar ?? en q;

sino

si (dato de **v** no es ??) {

imprimir (dato de **v**);

para cada hijo **w** de **v**

encolar **w** en q; }

}

}

Resolución del Ejercicio 1

Seudocódigo Ejerc1-Niveles {

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q; encolar ?? en q;

mientras (cola no se vacíe) {

desencolar **v** de q;

si (dato de **v** es ?? & q no está vacía) {

encolar ?? en q;

sino

← cantNiveles ++; }

si (dato de **v** no es ??) {

imprimir (dato de **v**);

para cada hijo **w** de **v**

encolar **w** en q; }

}

← return cantNiveles++;

}

Resolución del Ejercicio 2

```
Seudocódigo Ejerc2-Niveles {  
    q: cola de vértices;  
    encolar raíz R en q; encolar ?? en q;  
    mientras (cola no se vacíe) {  
        desencolar v de q;  
        si (dato de v es ?? & q no está vacía)  
            encolar ?? en q;  
        sino  
            si (dato de v no es ??) {  
                imprimir (dato de v);  
                para cada hijo w de v  
                    encolar w en q; }  
            }  
    }  
}
```

Resolución del Ejercicio 2

Seudocódigo Ejerc2-Niveles {

q: cola de vértices;

encolar raíz **R** en q; encolar ?? en q;

mientras (cola no se vacíe) {

desencolar **v** de q;

si (dato de **v** es ?? & q no está vacía) {

encolar ?? en q;

sino

si (dato de **v** no es ??) {

imprimir (dato de **v**);

para cada hijo **w** de **v**

encolar **w** en q; }

}

}

← nroNivel = 0;

← nroNivel ++; }

Resolución del Ejercicio 2

Seudocódigo Ejerc2-Niveles {

```
q: cola de vértices;
encolar raíz R en q; encolar ?? en q;
mientras (cola no se vacíe) {
    desencolar v de q;
    si (dato de v es ?? & q no está vacía) {
        encolar ?? en q;
    sino
        si (dato de v no es ??) {
            imprimir (dato de v);
            para cada hijo w de v
                encolar w en q;
        }
    }
}
```

Annotations:

- `cantNodos: array de enteros;` (points to the first line)
- `nroNivel = 0;` (points to the line before the while loop)
- `nroNivel ++;` (points to the line inside the while loop, after the if statement)
- `cantNodos[nroNivel]++;` (points to the line inside the nested if statement, after the print statement)
- `return cantNodos;` (points to the line before the final closing brace)

Resolución del Ejercicio 3

Seudocódigo Ejerc3-Niveles (int k) {

q: cola de vértices;  **nroNivel = 0;**

encolar raíz **R** en q; encolar ?? en q;  **cantNodos = 0;**

mientras (cola no se vacíe) {

desencolar **v** de q;



si (dato de **v** es ?? & q no está vacía) {

encolar ?? en q;  **nroNivel ++ };**

sino

si (dato de **v** no es ??) {

imprimir (dato de **v**);

 **si (nroNivel == k)**  **/*Contar la cantidad de
nodos en el nivel k */
cantNodos++;**

para cada hijo **w** de **v**

encolar **w** en q; }

}

}

 **return cantNodos;**

Resolución del Ejercicio 3

```
Seudocódigo Ejerc3-Niveles (int k) {
    q: cola de vértices; nroNivel=0; cantNodos=0;
    encolar raíz R en q; encolar ?? en q;
    mientras (cola no se vacíe) {
        desencolar v de q;
        si (dato de v es ?? & q no está vacía){
            encolar ?? en q;
            nroNivel++;}

        sino
            si (dato de v no es ??)
                si (nroNivel==k)
                    mientras (dato de v no es ??)
                        {cantNodos++;
                         desencolar v de q;}
                sino para cada hijo w de v
                    encolar w en q;
    }

    return cantNodos;
}
```