

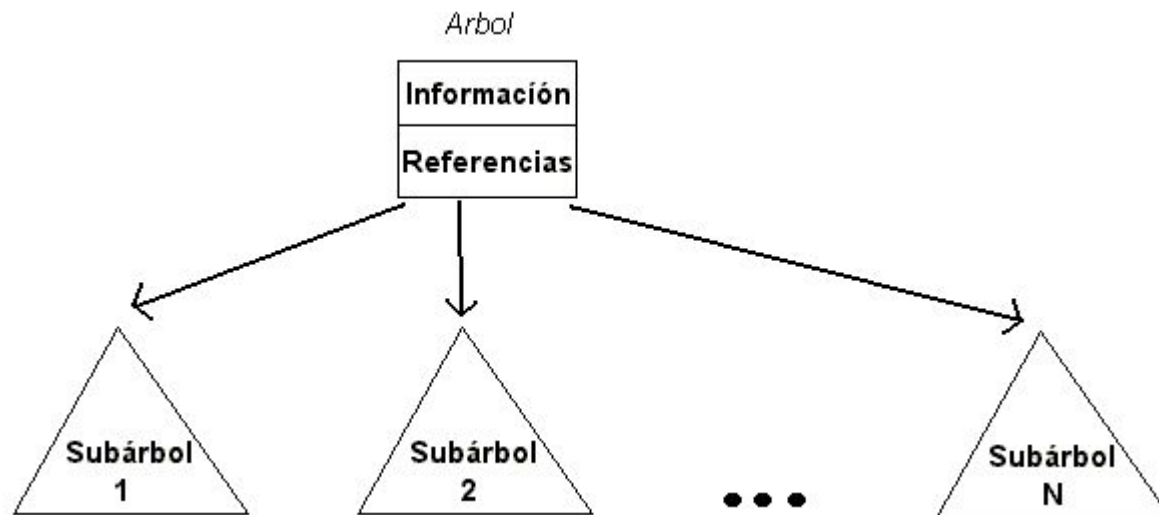
Estructuras de Datos

Árboles

Un Árbol se define como una colección de nodos organizados en forma recursiva.

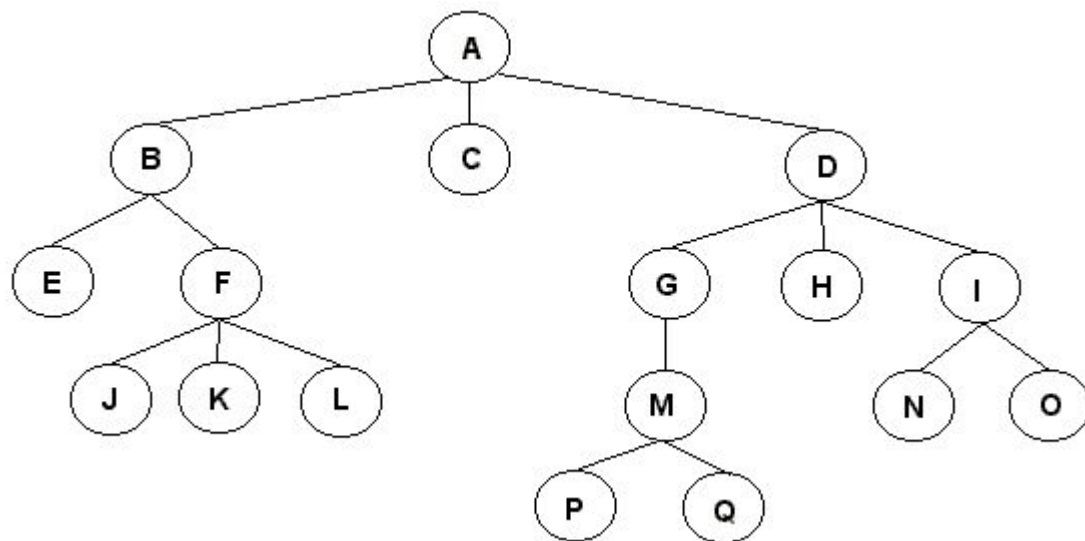
Cuando hay 0 nodos se dice que el árbol está **vacío**, en caso contrario el árbol consiste en un nodo denominado **raíz**, el cual tiene 0 o más referencias a otros árboles, conocidos como **subárboles**. Las raíces de los subárboles se denominan **hijos** de la raíz, y consecuentemente la raíz se denomina **padre** de las raíces de sus subárboles.

Gráficamente esta definición recursiva se muestra en la siguiente figura:



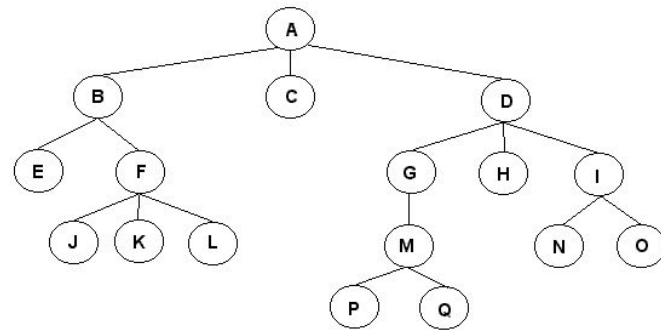
Los nodos que no poseen hijos se denominan **hojas**. Dos nodos que tienen el padre en común se denominan **hermanos**.

Si consideramos el siguiente árbol



Podemos afirmar que:

- A es la raíz del árbol.
- A es padre de B, C y D.
- E y F son hermanos, puesto que ambos son hijos de B.
- E, J, K, L, C, P, Q, H, N y O son las hojas del árbol.



Análogamente al concepto de árbol genealógico, podemos definir el concepto de ancestro y descendiente pero, para esto, necesitamos, previamente, darle forma a algunas ideas:

Un **camino** entre un nodo n_1 y un nodo n_k está definido como la secuencia de nodos n_1, n_2, \dots, n_k tal que n_i es padre de n_{i+1} , $1 \leq i < k$.

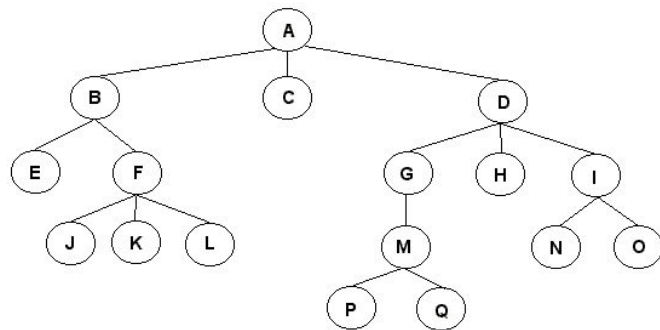
El *largo del camino* es el número de referencias que componen el camino, que para el ejemplo son $k-1$.

Convenimos que existe un camino desde cada nodo del árbol a sí mismo y es de largo 0.

*Una característica de los árboles que es que existe **un único** camino desde la raíz hasta cualquier otro nodo del árbol.*

Ahora sí podemos definir los conceptos de **ancestro** y **descendiente**: un nodo n es **ancestro** de un nodo m si existe un camino desde n a m ; un nodo n es **descendiente** de un nodo m si existe un camino desde m a n .

Entonces podemos ver que:



- El camino desde A a J es único, lo conforman los nodos A-B-F-J y es de largo 3.
- D es ancestro de P, y por lo tanto P es descendiente de D.
- L no es descendiente de C, puesto que no existe un camino desde C a L.

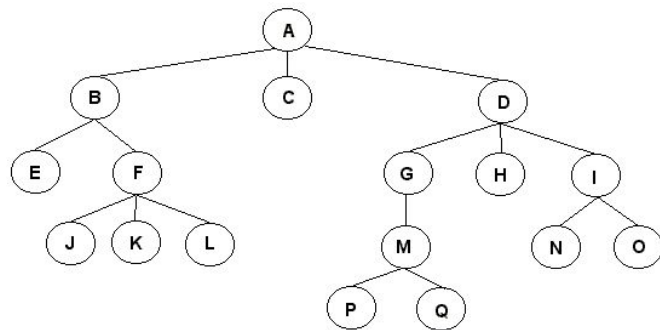
Definiciones

Se define la **profundidad** del nodo n_k como el largo del camino entre la raíz del árbol y el nodo n_k . Esto implica que la **profundidad** de la raíz es siempre 0.

La **altura de un nodo** n_k es el máximo largo de camino desde n_k hasta alguna hoja. Esto implica que la **altura** de toda hoja es 0.

La **altura de un árbol** es igual a la **altura** de la raíz, y tiene el mismo valor que la profundidad de la hoja más profunda. La altura de un árbol vacío se define como -1.

Con estas definiciones podemos concluir que:



- La profundidad de C es 1, de F es 2 y de Q es 4.
- La altura de C es 0, de F es 1 y de D es 3.
- La altura del árbol es 4 (largo del camino entre la raíz A y la hoja más profunda, P o Q).