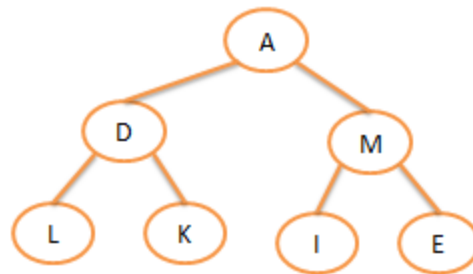


## ÁRBOLES BINARIOS

Los árboles binarios son estructuras de datos no lineales, también denominadas recursivas en razón de que su construcción puede hacerse en la aplicación de estructuras básicas aplicadas sobre sí mismas, tal y como ocurre con el caso de los fractales.

En este caso un árbol binario es una estructura recursiva que consta de un elemento que denominaremos raíz y dos elementos adicionales que pueden ser vacíos a los que denominaremos el subárbol izquierdo y el subárbol derecho, los cuales a su vez son árboles con su respectiva raíz, subárbol izquierdo y subárbol derecho.



Al igual que en otras estructuras la información que se almacena en todos y cada uno de los árboles, debe ser del mismo tipo para garantizar la integridad y coherencia de la información almacenada. En este sentido decimos que los árboles almacenan elementos de un mismo conjunto y que dichos elementos pueden mantener o no una relación de orden entre ellos dependiendo de la necesidad del problema a resolver.

El árbol es una estructura de datos fundamental en informática, muy utilizada en todos sus campos, porque se adapta a la representación natural de informaciones homogéneas organizadas y de una gran comodidad y rapidez de manipulación.

Esta estructura se encuentra en todos los dominios (campos) de la informática, desde la pura algorítmica (métodos de clasificación y búsqueda...) a la compilación (árboles sintácticos para representar las expresiones o producciones posibles de un lenguaje) o incluso los dominios de la inteligencia artificial (árboles de juegos, árboles de decisiones, de resolución, etc.).

Un árbol A es un conjunto finito de uno o más nodos, tales que:

1. Existe un nodo especial denominado RAIZ( $v_1$ ) del árbol.
2. Los nodos restantes ( $v_2, v_3, \dots, v_n$ ) se dividen en  $m \geq 0$  conjuntos disjuntos denominado  $A_1, A_2, \dots, A_m$ , cada uno de los cuales es, a su vez, un árbol. Estos árboles se llaman subárboles del RAIZ.

La definición de árbol implica una estructura recursiva. Esto es, la definición del árbol se refiere a otros árboles. Un árbol con ningún nodo es un árbol nulo; no tiene raíz.

Existe un tipo de árbol denominado árbol binario que puede ser implementado fácilmente en una computadora.

Un árbol binario es un conjunto finito de cero o más nodos, tales que:

- Existe un nodo denominado raíz del árbol.
- Cada nodo puede tener 0, 1 o 2 subárboles, conocidos como subárbol izquierdo y subárbol derecho.

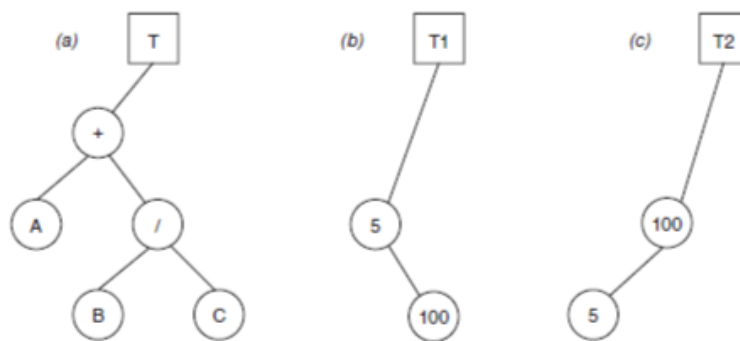


Figura 13.4. Ejemplos de árboles binarios: (a) expresión árbol  $a + b/c$ ; (b) y (c) dos árboles diferentes con valores enteros.

Operaciones con árboles binarios:

1. PADRE( $\langle n, A \rangle$ ). Esta función devuelve el padre del nodo  $n$  en el árbol  $A$ . Si  $n$  es la raíz, que no tiene padre, se devuelve  $A$ . En este contexto,  $A$  es un «nodo nulo», que se usa como señal de que se ha salido del árbol.
2. HIJO\_MAS\_IZQ( $n, A$ ) devuelve el hijo más a la izquierda del nodo  $n$  en el árbol  $A$ , y devuelve  $A$  si  $n$  es una hoja y, por tanto, no tiene hijos.
3. HERMANO\_DER( $n, A$ ) devuelve el hermano a la derecha del nodo  $n$  en el árbol  $A$ , el cual se define como el nodo  $m$  que tiene el mismo padre  $p$  que  $n$ , de forma que  $m$  está inmediatamente a la derecha de  $n$  en el ordenamiento de los hijos de  $p$ . Por ejemplo, para el árbol de la figura 3.7, HIJO-MAS\_IZQ( $n_2$ ) =  $n_4$ , HERMANO\_DER( $n_2$ ) =  $n_5$  y HERMANO\_DER( $n_5$ ) =  $A$ .
4. ETIQUETAR.  $A$ ) devuelve la etiqueta del nodo  $n$  en el árbol  $A$ . Sin embargo, no se requiere que haya etiquetas definidas para cada árbol.
5. CREA( $v, A_0, A_1, \dots, A_i, \dots$ ) es un miembro de una familia infinita de funciones, una para cada valor de  $i = 0, 1, 2, \dots$ . CREAI crea un nuevo nodo  $r$  con etiqueta  $v$  y le asigna  $i$  hijos que son las raíces de los árboles  $A_0, A_1, \dots, A_i$ , en ese orden desde la izquierda. Se devuelve el árbol con raíz  $r$ . Obsérvese que si  $i = 0$ , entonces  $r$  es a la vez una hoja y la raíz.
6. RAIZ( $A$ ) devuelve el nodo raíz del árbol  $A$ , o  $A$  si  $A$  es el árbol nulo.
7. ANULA( $A$ ) convierte  $A$  en el árbol nulo.

## REFERENCIAS

- Cairó, O., & Guarati, S. (2006). Estructuras de datos (3a. ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Aho, A. V., Hopcroft, J. E., & Ullman, J. D. (1988). Estructuras de datos y algoritmos (Vol. 1). Addison-Wesley Iberoamericana.