

## CONTENIDO

### MÓDULO II. ESTRATEGIAS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN IA..... 2

#### UNIDAD I. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS MEDIANTE BÚSQUEDA ..... 2

1.3	Búsqueda Heurística .....	3
1.3.1	Búsqueda por ascenso de la colina .....	4
1.3.2	Búsqueda primero el mejor .....	8
1.3.3	Búsqueda en haz.....	11
1.3.4	Búsqueda A* .....	18

## MÓDULO II. ESTRATEGIAS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN IA

### UNIDAD I. SOLUCIÓN DE PROBLEMAS MEDIANTE BÚSQUEDA

#### PARTE 2 - BÚSQUEDA HEURÍSTICA



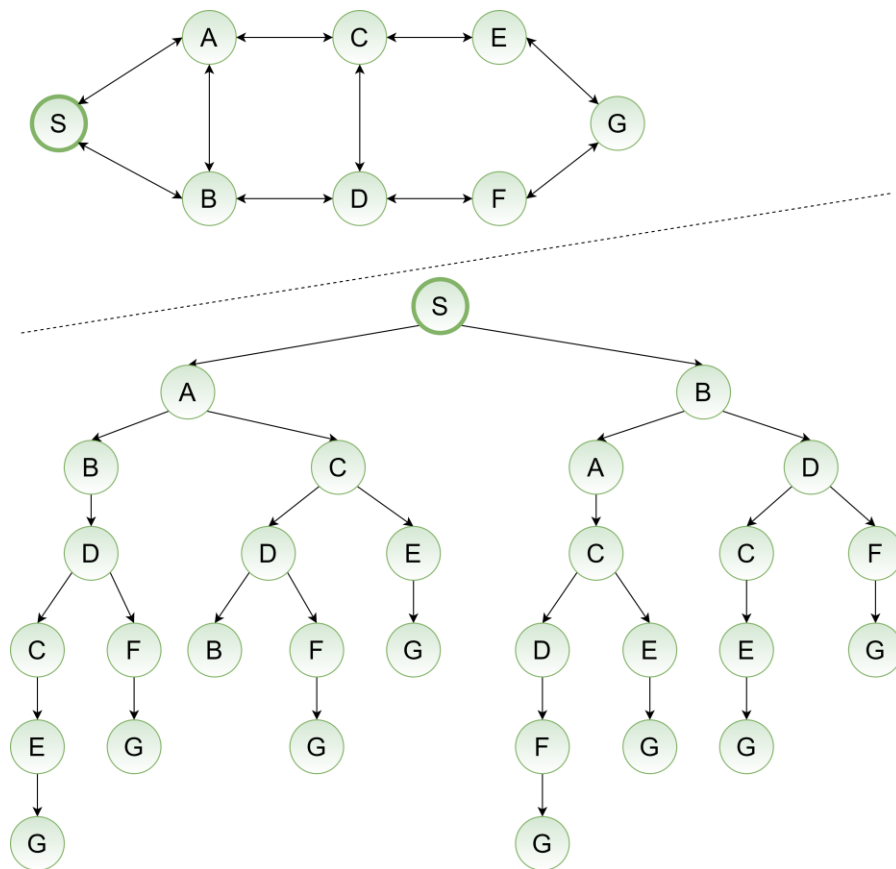
**Ilustración 1.** [Solución de problemas mediante búsqueda. CCO.](#)

En esta segunda parte de la unidad 1 del módulo II se explicarán los aspectos generales sobre las técnicas de búsqueda heurística en la Inteligencia Artificial. Se explicará en qué consiste la búsqueda heurística y la forma de calcular la función de evaluación heurística. Además, se presentarán diferentes métodos utilizados en este tipo de búsqueda con sus respectivos ejemplos.

Este tipo de búsqueda es muy importante debido a que con su implementación se consigue reducir el tamaño del espacio de búsqueda y mejorar los tiempos de ejecución.

### 1.3 Búsqueda Heurística

En la búsqueda heurística se tiene información sobre el dominio. Utiliza funciones que estiman el coste desde el estado actual hasta el objetivo. A esta función se le denomina función de evaluación heurística, más conocida como función heurística y se denota por  $h(n)$ . Esta función asocia a cada estado del espacio de estados una cierta cantidad numérica que le permite evaluar, de algún modo, lo prometedor que es ese estado para acceder a un estado objetivo.



**Ilustración 2.** Grafo y árbol extendido para ejemplos de búsqueda heurística. Elaboración propia

En la **Ilustración 2** se muestra el grafo y su correspondiente árbol expandido (sin repetición de nodos en un camino) del ejemplo que se utilizará para explicar, de forma general, el funcionamiento de las diferentes técnicas de búsqueda heurística. Para ello, se utilizarán los siguientes valores: nodo origen S y nodo destino G.

Este tipo de búsqueda no siempre da una solución óptima, pero definitivamente da una buena solución en un tiempo razonable porque hay una reducción en el número

de nodos que deben ser visitados para llegar al objetivo. Esto convierte a la búsqueda heurística en una técnica apta para la resolución de problemas complejos.

### 1.3.1 Búsqueda por ascenso de la colina

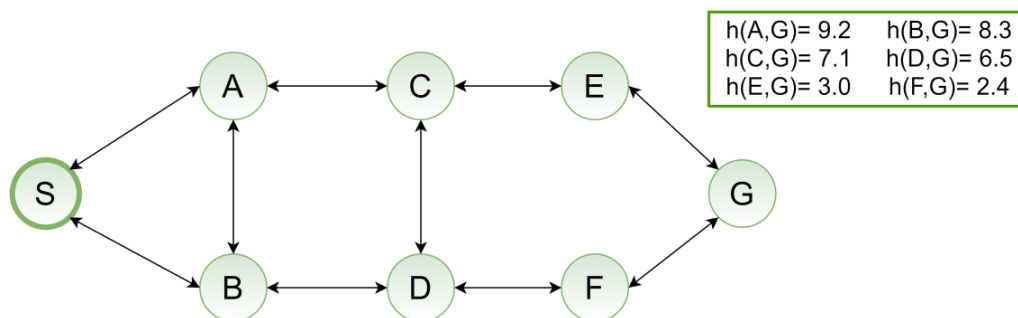
La búsqueda por ascenso de la colina se basa en una función de evaluación que ordena las opciones a medida que los nodos se expanden. La función de evaluación da un valor de la distancia restante estimada para llegar al objetivo y la efectividad de esta técnica depende completamente de su precisión. Es un tipo de algoritmo local, por lo que se utiliza cuando hay más de un estado final posible, pero algunos resultados son mejores que otros y se necesita encontrar el mejor.

Este algoritmo atrapa al mejor estado vecino sin considerar hacia dónde ir después. Consiste en un bucle que se mueve continuamente en la dirección de mayor valor y se detiene cuando encuentra una solución o se atasca.

**Algunas razones por las que el algoritmo se atasca son:**

- **Máximo local:** Es el estado mejor que sus vecinos, pero no mejor que los estados más alejados.
- **Cresta:** Es un tipo de máximo local que no es posible atravesar con movimientos simples.
- **Meseta:** Es cuando todos los estados en el espacio de búsqueda tienen igual valor.

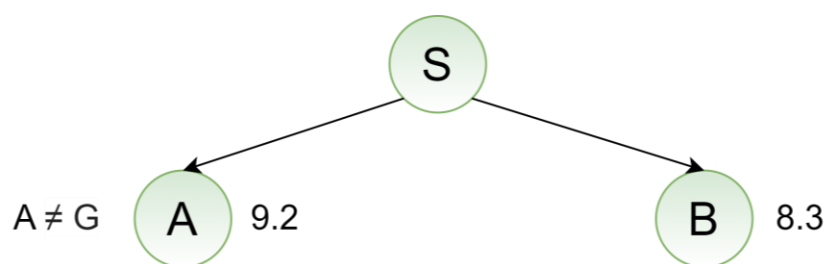
**Ejemplo:** Realizar una búsqueda por ascenso de la colina utilizando los valores de la función heurística  $h(n)$  ubicados en el cuadro. Haga el recorrido de los valores de los nodos siguiendo el orden alfabético.



**Ilustración 3.** Búsqueda por ascenso de la colina. Elaboración propia

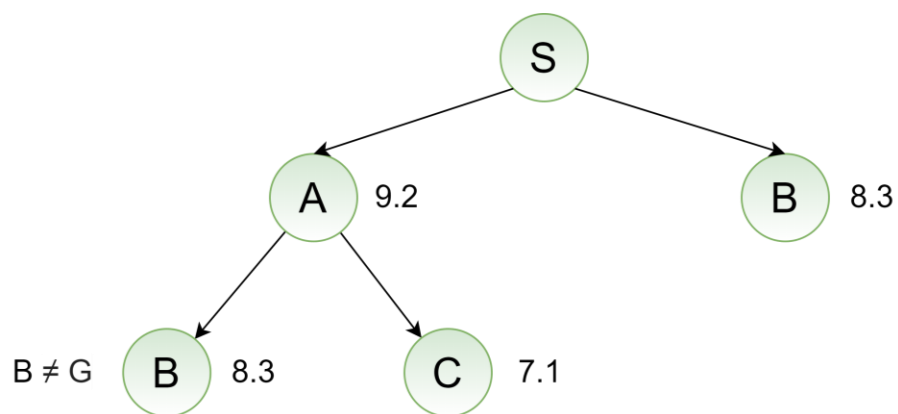
**Solución:**

- Paso 1



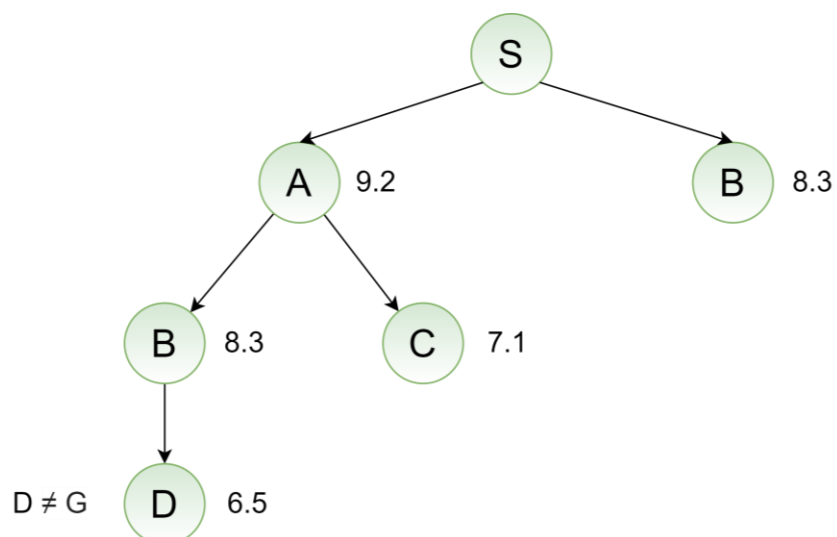
**Ilustración 4.** Búsqueda por ascenso de la colina. Elaboración propia

- Paso 2



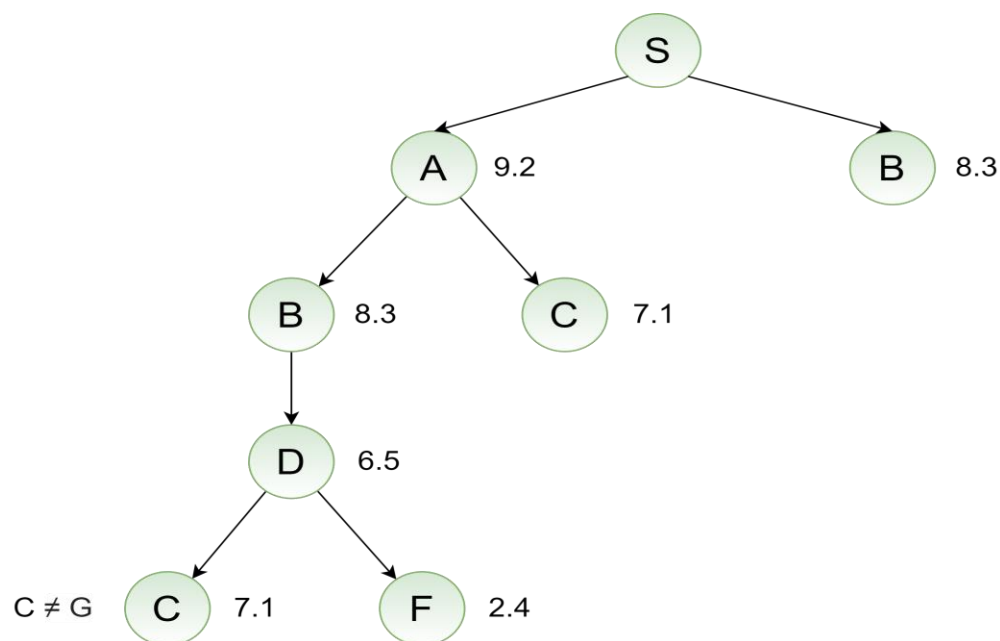
**Ilustración 5.** Búsqueda por ascenso de la colina. Elaboración propia

- Paso 3



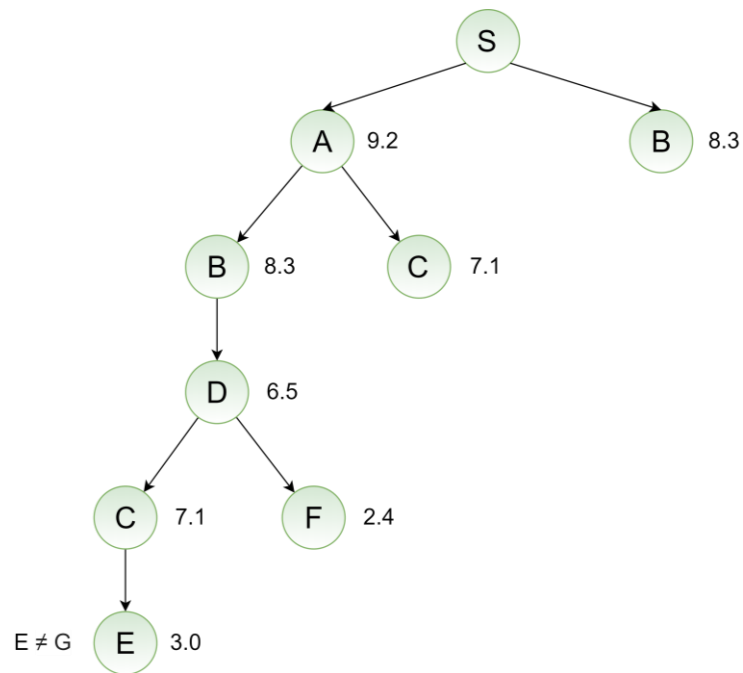
**Ilustración 6.** Búsqueda por ascenso de la colina. Elaboración propia

- Paso 4



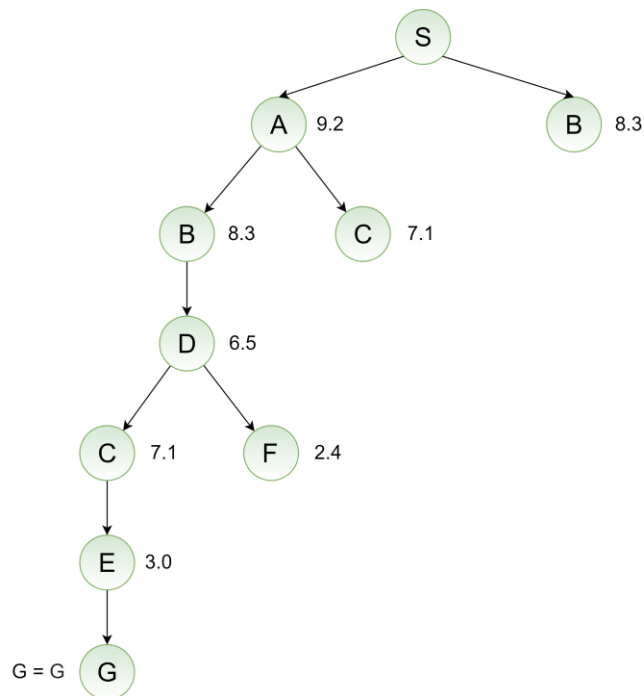
**Ilustración 7.** Búsqueda por ascenso de la colina. Elaboración propia

- Paso 5



**Ilustración 8.** Búsqueda por ascenso de la colina. Elaboración propia

- Paso 6



**Ilustración 9.** Búsqueda por ascenso de la colina. Elaboración propia

### 1.3.2 Búsqueda primero el mejor

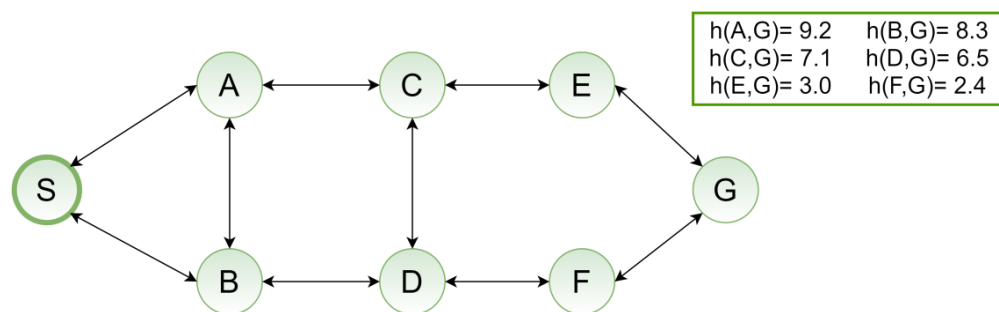
La búsqueda de primero el mejor consiste en la selección de un nodo para la expansión basado en una función de evaluación. En cada paso, se selecciona para expansión el nodo más prometedor, es decir, aquel de menor coste acumulado en la trayectoria.

El componente clave de este tipo de búsqueda es la función heurística  $h(n)$ , que corresponde a la distancia estimada desde el nodo actual hasta el nodo objetivo:

$$h(n) = \text{costo estimado desde el nodo } n \text{ hasta el nodo objetivo}$$



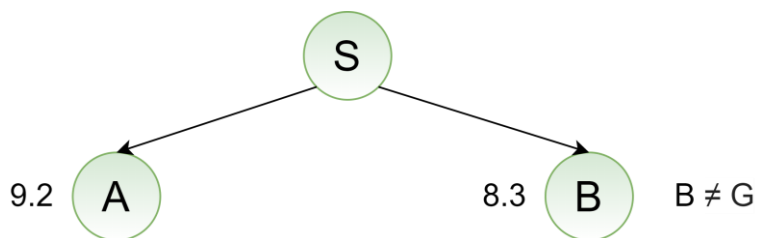
**Ejemplo:** Realizar una búsqueda de primero el mejor utilizando los valores de la función heurística  $h(n)$  ubicados en el cuadro. Haga el recorrido de los valores de los nodos siguiendo el orden alfabético.



**Ilustración 10.** Búsqueda primero el mejor. Elaboración propia

**Solución:**

- Paso 1**



**Ilustración 11.** Búsqueda primero el mejor. Elaboración propia

- Paso 2

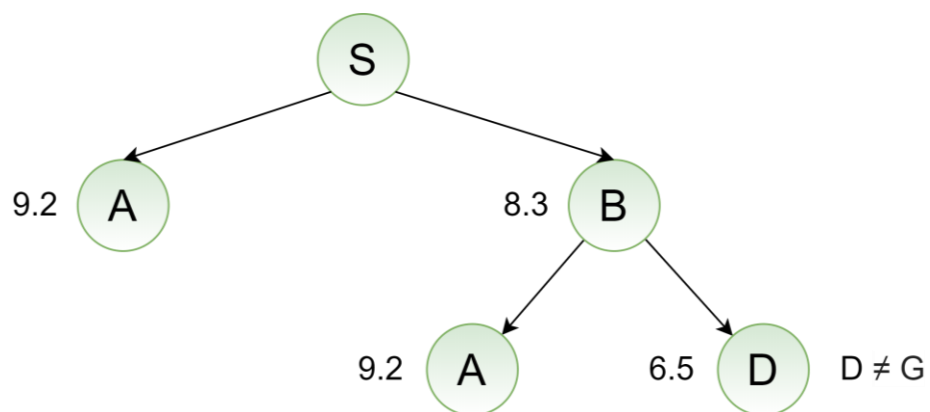


Ilustración 12. Búsqueda primero el mejor. Elaboración propia

- Paso 3

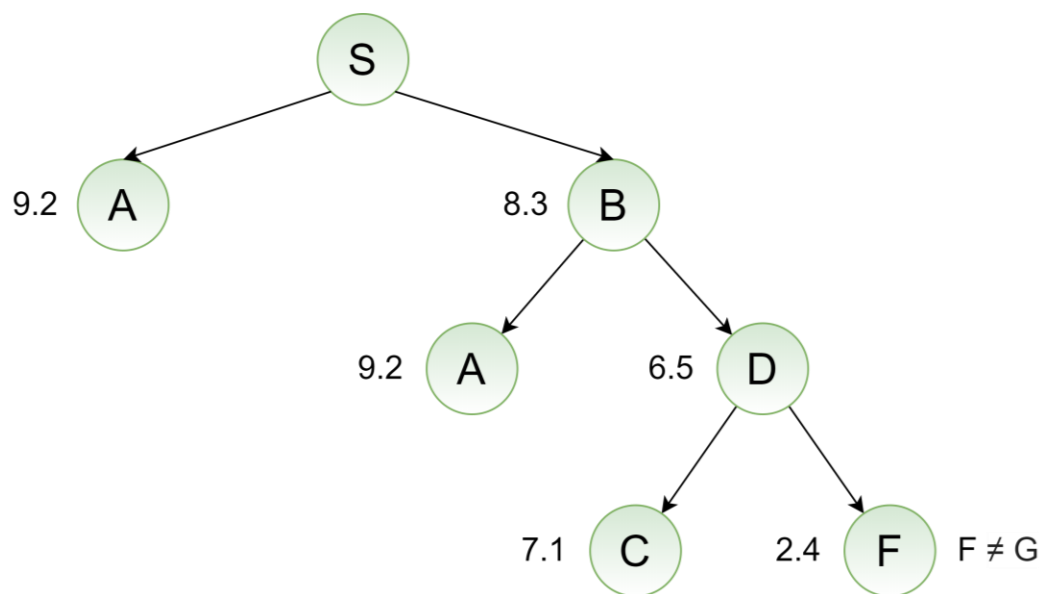
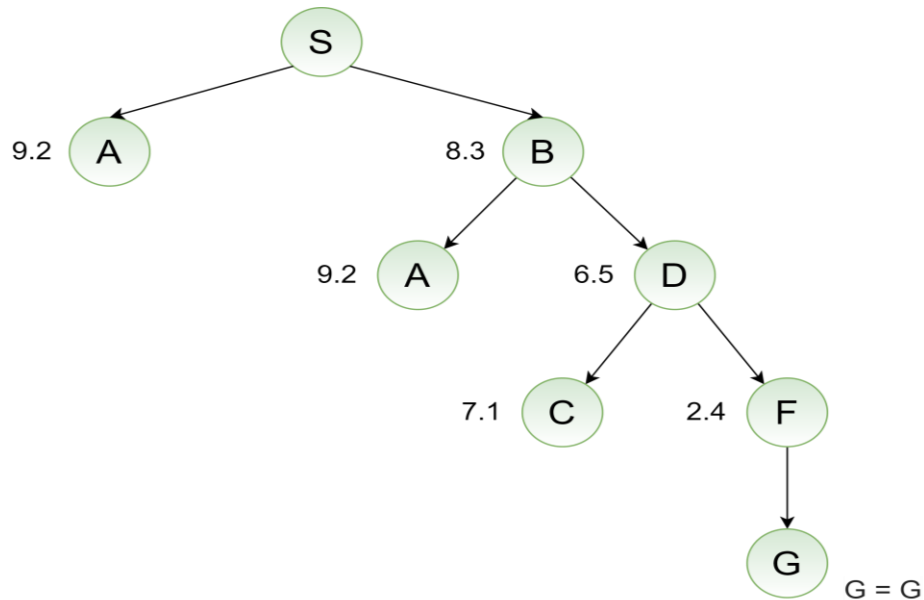


Ilustración 13. Búsqueda primero el mejor. Elaboración propia

- Paso 4



**Ilustración 14.** Búsqueda primero el mejor. Elaboración propia

### 1.3.3 Búsqueda en haz

La búsqueda en haz es una variante de la búsqueda primero en anchura. Se selecciona un “haz” o conjunto, en lugar de descender por todas las ramas. Las ramas se seleccionan en base a criterios heurísticos que corresponden al problema, las ramas que no se seleccionan para la búsqueda, son las menos prometedoras y se “podan”.

**La poda de las ramas se hace de acuerdo con los siguientes criterios:**

- Por umbral en el número de ramas
- Por umbral del trayecto acumulado según cierta función heurística

**Ejemplo:** Realizar una búsqueda en haz utilizando los valores de la función heurística  $h(n)$  ubicados en el cuadro.

Haga el recorrido de los valores de los nodos siguiendo el orden alfabético.

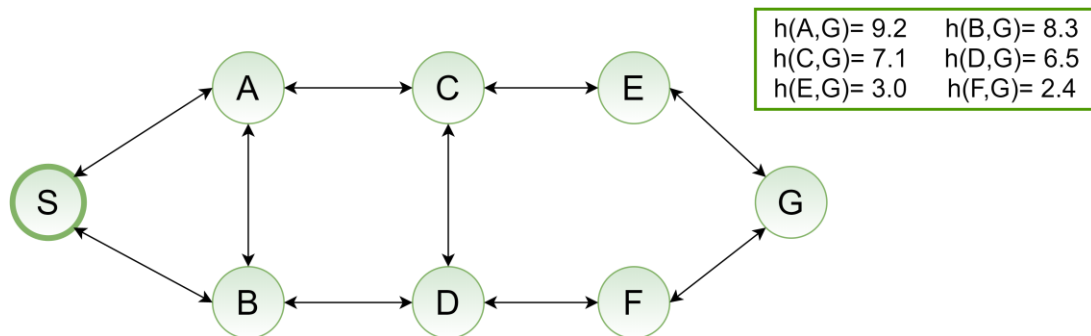


Ilustración 15. Búsqueda en haz. Elaboración propia

### Solución:

- Paso 1

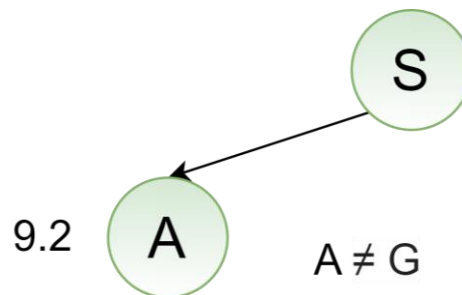


Ilustración 16. Búsqueda en haz. Elaboración propia

- Paso 2

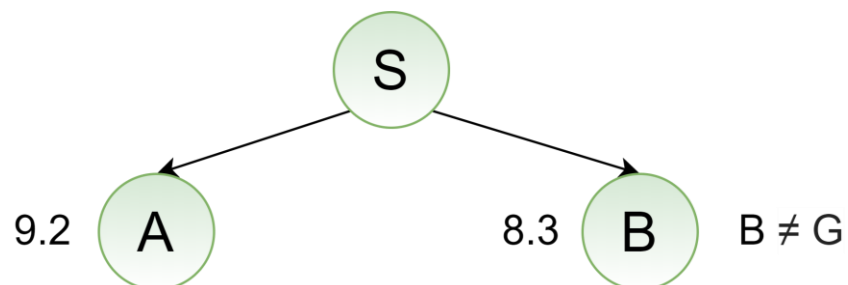


Ilustración 17. Búsqueda en haz. Elaboración propia

- Paso 3

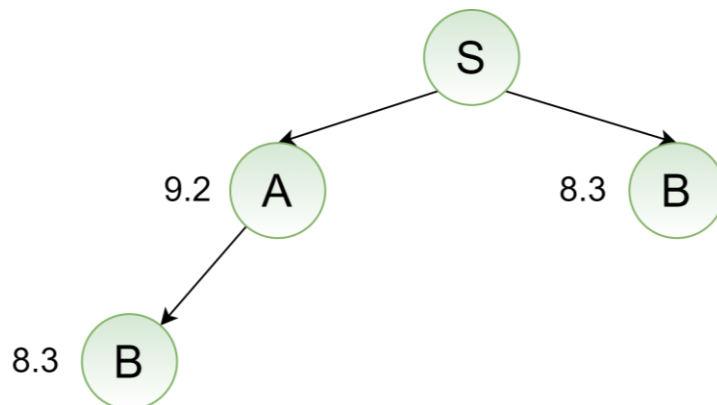


Ilustración 18. Búsqueda en haz. Elaboración propia

- Paso 4

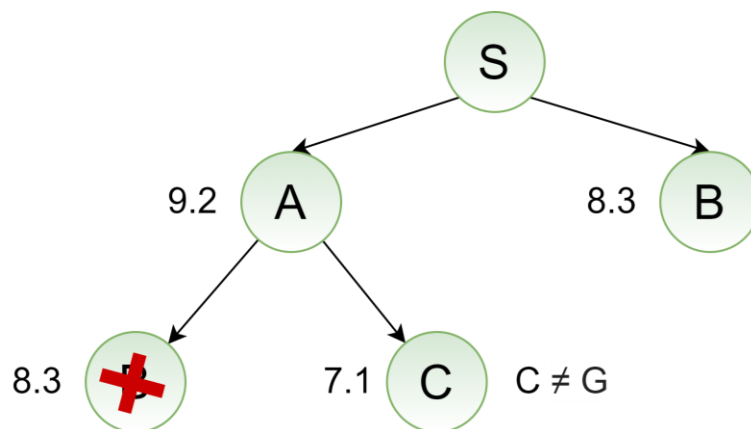


Ilustración 19. Búsqueda en haz. Elaboración propia

- Paso 5

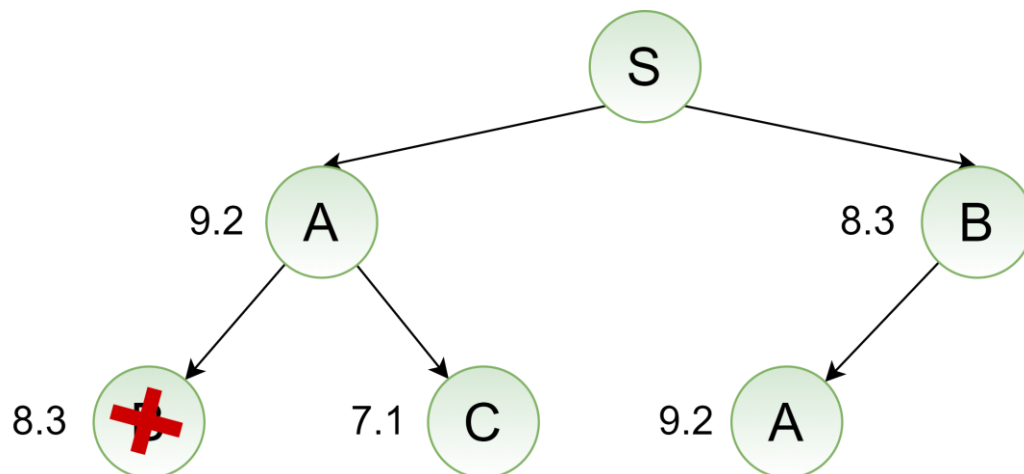


Ilustración 20. Búsqueda en haz. Elaboración propia

- Paso 6

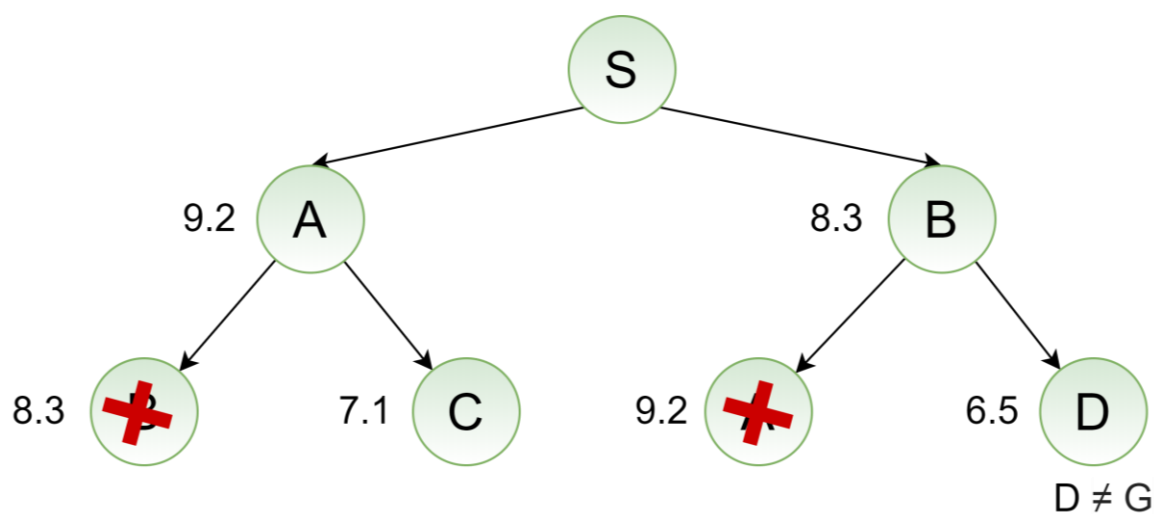


Ilustración 21. Búsqueda en haz. Elaboración propia

- Paso 7

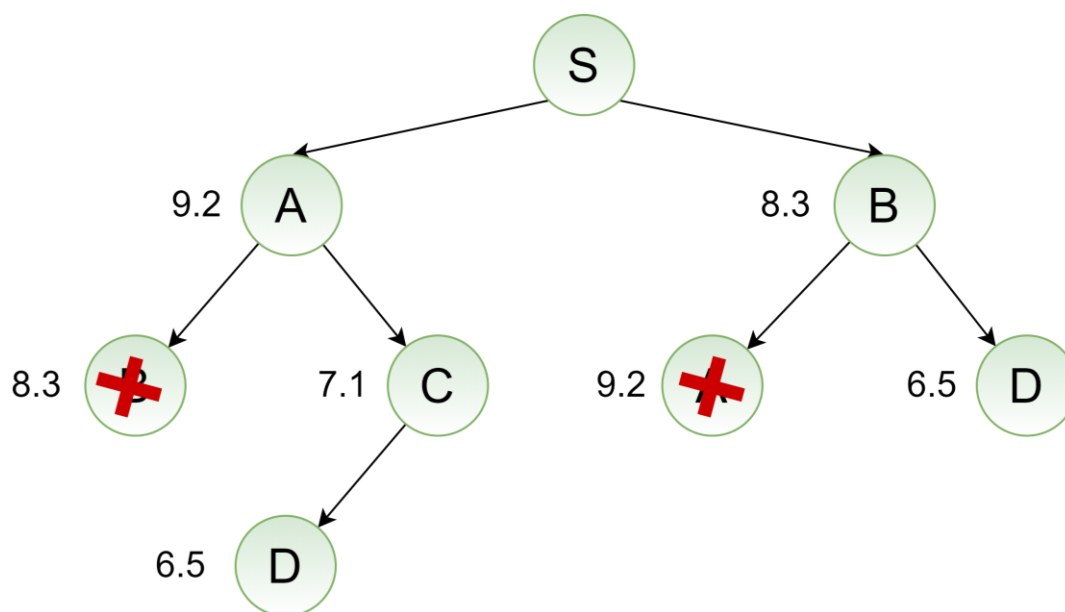


Ilustración 22. Búsqueda en haz. Elaboración propia

• Paso 8

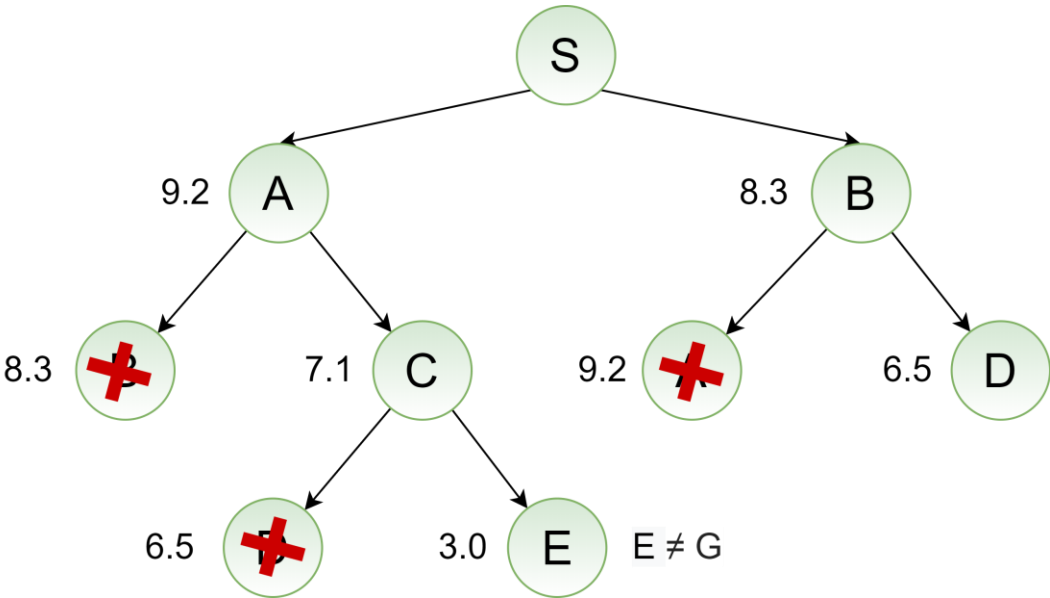


Ilustración 23. Búsqueda en haz. Elaboración propia

• Paso 9

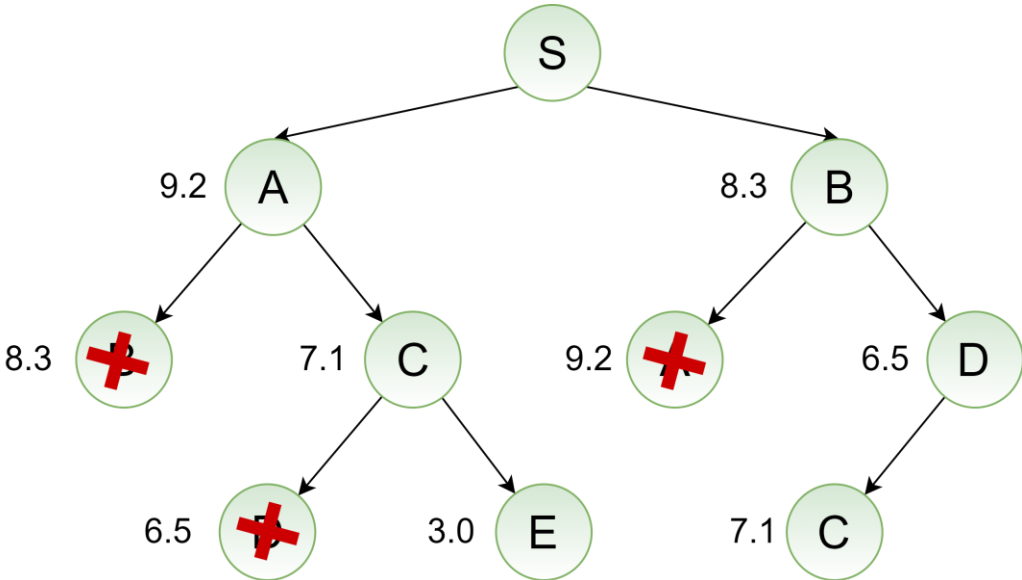


Ilustración 24. Búsqueda en haz. Elaboración propia



- Paso 10

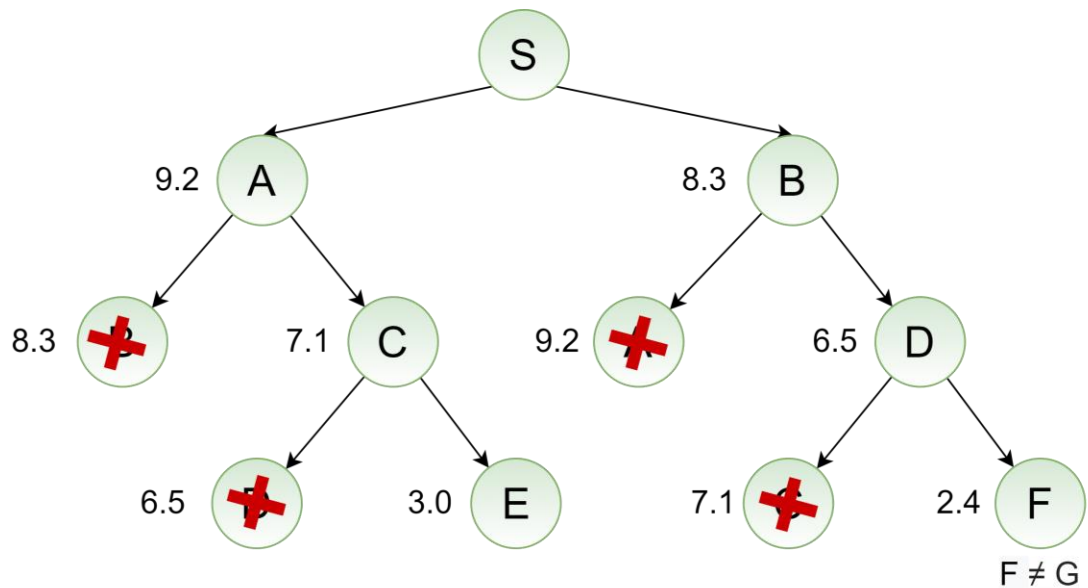


Ilustración 25. Búsqueda en haz. Elaboración propia

- Paso 11

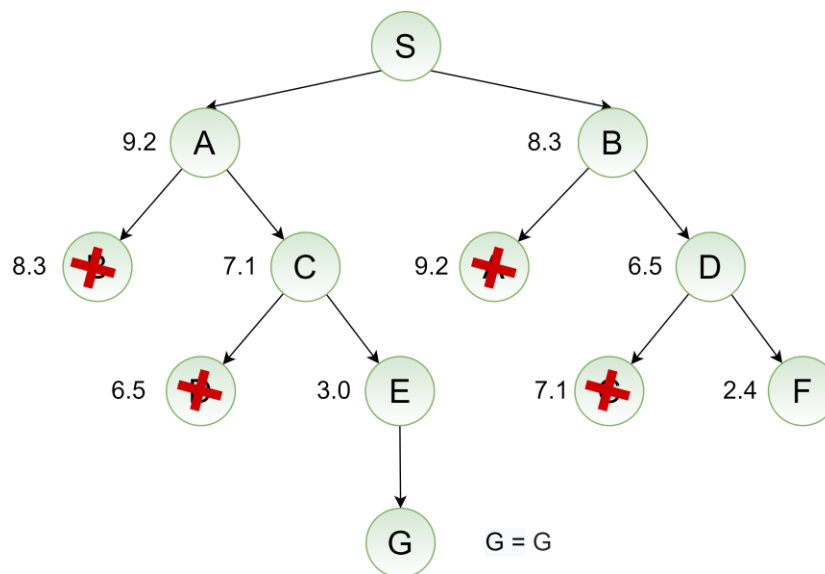


Ilustración 26. Búsqueda en haz. Elaboración propia

### 1.3.4 Búsqueda A\*

La búsqueda A\* es una instancia del conjunto de algoritmos de búsqueda primero el mejor. El algoritmo encuentra el camino más corto a través del espacio de búsqueda utilizando una función heurística, que es la que permite evaluar el costo del camino que pasa a través de cada estado en particular. El algoritmo se completa cuando el factor de ramificación es finito y cada estado tiene un costo fijo.

**La función heurística es la siguiente:**

$$f'(n) = g'(n) + h'(n)$$

donde:

- $f'(n)$  es el valor estimado del coste total
- $g'(n)$  es el coste mínimo del camino desde el estado inicial hasta el nodo actual ( $n$ )
- $h'(n)$  es el coste mínimo del camino desde el nodo actual ( $n$ ) hasta el estado objetivo

El algoritmo tiene como preferencia al nodo como menor  $f'(n)$  y en el caso de que haya empate, la preferencia es con el nodo con menor  $h'(n)$ .

**Ejemplo:** Realizar una búsqueda A\* utilizando los valores de las funciones  $h'(n)$  y  $g'(n)$ .

Haga el recorrido de los valores de los nodos siguiendo el orden alfabético.

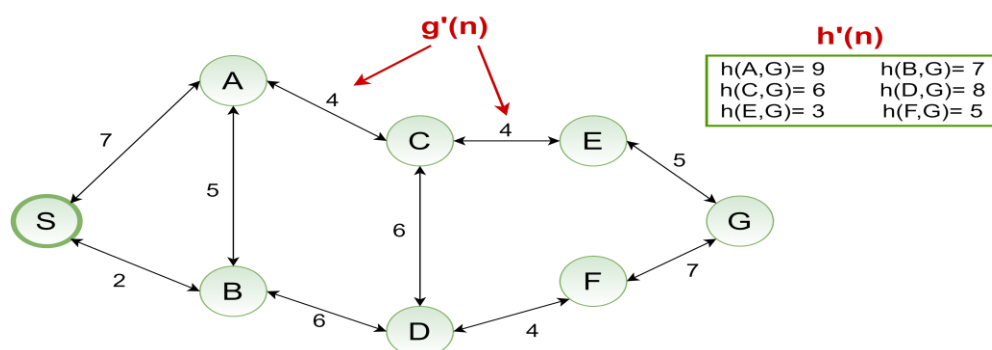


Ilustración 27. Búsqueda en haz. Elaboración propia

**Solución:**

## • Paso 1

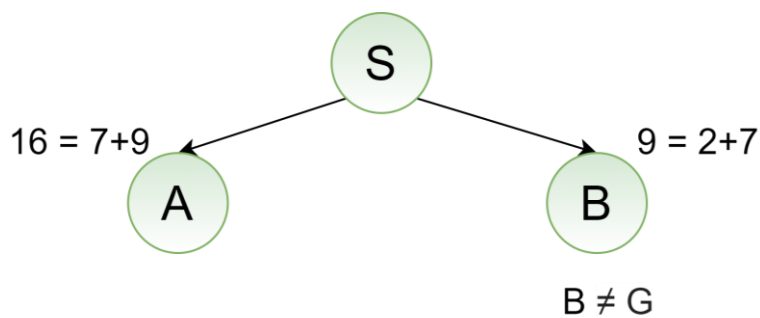


Ilustración 28. Búsqueda en haz. Elaboración propia

- Paso 2

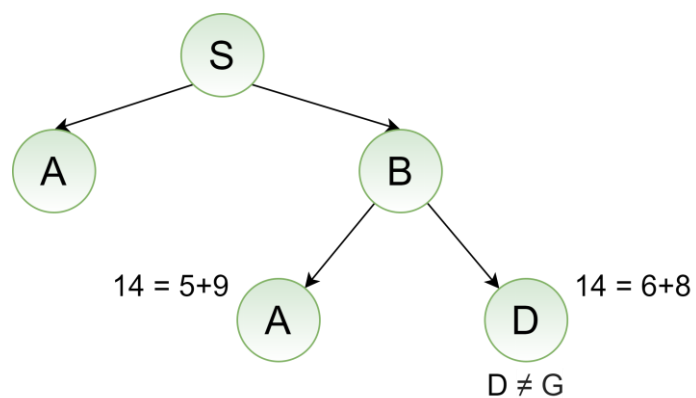


Ilustración 29. Búsqueda en haz. Elaboración propia

- Paso 3

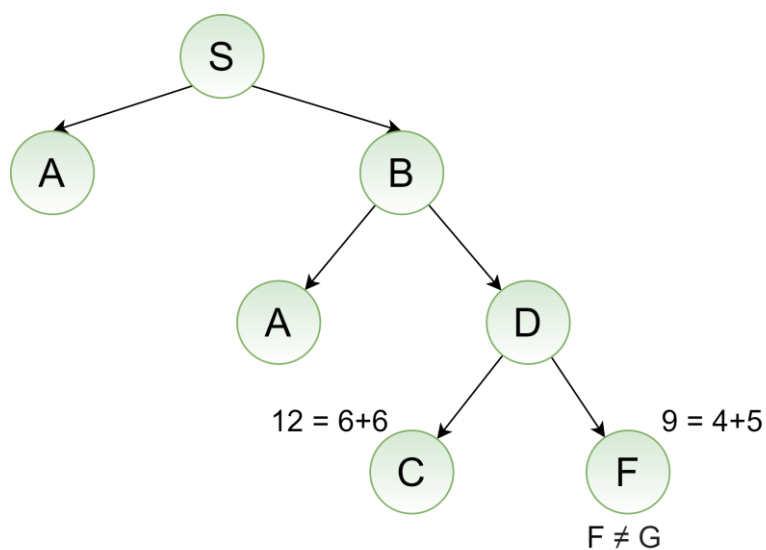
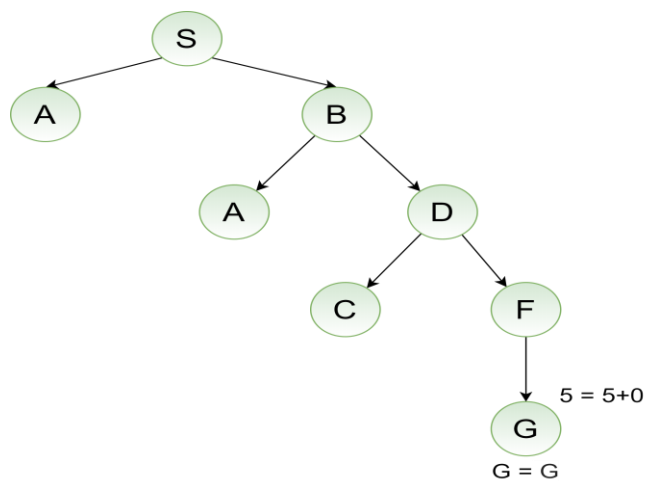


Ilustración 30. Búsqueda en haz. Elaboración propia

- Paso 4



**Ilustración 31.** Búsqueda en haz. Elaboración propia