

Resolução de Problemas por Busca
Busca Informada
Algoritmo de Busca pela Melhor escolha (Best-First)

Inteligência Artificial – 2020/1

Busca Informada (Busca Heurística)

- Busca Informada é a Estratégia de Busca que considera informação específica sobre o problema, além da definição do problema em si;
- A informação considerada vem na forma de **heurísticas**.
- Estados são avaliados em função do seu conteúdo, considerando a situação específica que representam.
- A informação sobre o problema é usada no momento de selecionar qual o **próximo nó** a ser expandido.

Busca Informada (Busca Heurística)

Busca Desinformada



☐ Não utiliza informação sobre o problema

☐ Busca Exaustiva

Busca Informada



☐ Utiliza Heurísticas

☐ Evita a busca exaustiva

Heurísticas

- Heurísticas são regras simples (ou “dicas”) utilizadas para avaliar rapidamente uma situação específica.
- Nos métodos de busca são usadas para escolher os caminhos em um espaço de estados que tem mais **chance** de levar a uma solução, evitando a **busca exaustiva**.
- Devem ser expressas na forma de função, que vai ser aplicada a cada estado.

Heurísticas

- Situações em que heurísticas são usadas em IA:
 - Um problema não tem uma solução exata (exemplo: diagnóstico, visão).
 - Um problema tem uma solução exata mas o custo computacional é proibitivo.
- Limitações
 - busca sujeita a falhas;
 - tentativa de adivinhar o melhor caminho;
 - baseada em experiência e intuição;
 - pode levar a uma solução sub-ótima ou pode não encontrar a solução.

Algoritmo de Busca pela Melhor Escolha (Best-First)

- Utiliza conhecimento específico do problema para selecionar o próximo nó a ser expandido
- Esse conhecimento é expresso através de uma **Função de Avaliação**.
- Este algoritmo pode ser entendido como um modelo que representa vários algoritmos e, ao definir o tipo específico de função de avaliação que vai ser utilizada, temos um algoritmo específico.

Função de Avaliação

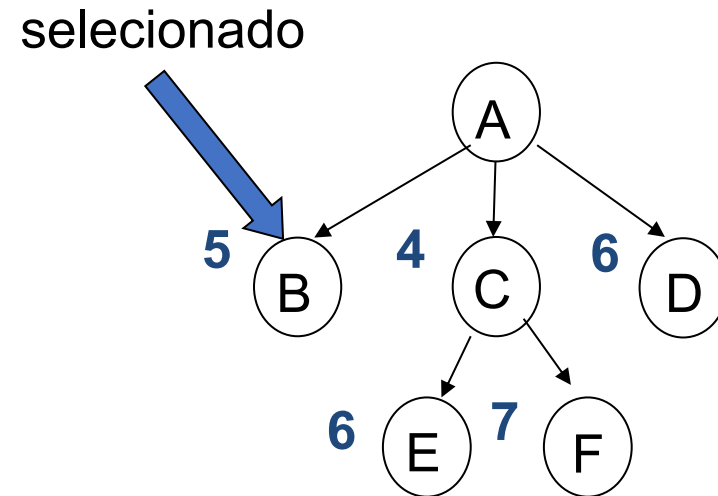
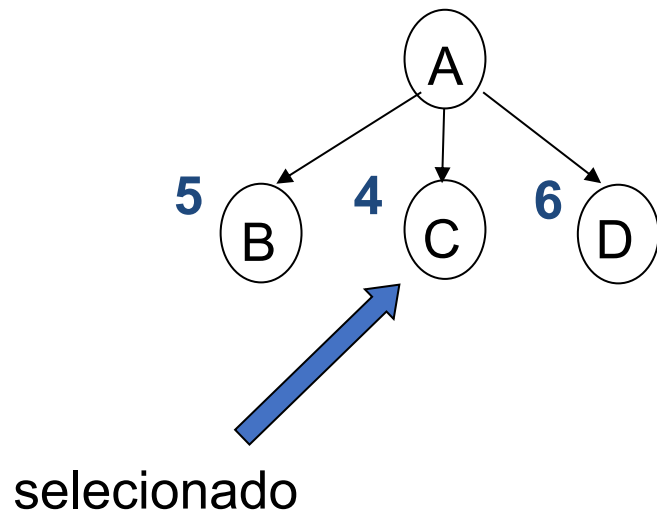
- retorna um número que tenta exprimir o quanto é desejável expandir um nó;
- tipicamente usa uma medida estimada do custo da solução;
- No algoritmo de busca, é aplicada a cada nó no momento em que ele é gerado;
- Em alguns algoritmos, um nó pode ter **valores de avaliação diferentes**, dependendo do caminho utilizado para chegar até ele no processo de busca.

Algoritmo de Busca pela Melhor Escolha (Best-First)

- Utiliza lista de nós abertos (OPEN) e fechados (CLOSED)
- Os nós são armazenados nas listas com seus valores de avaliação
 - OPEN – nós gerados, mas não expandidos
 - **Lista ordenada a cada iteração, por ordem crescente de valores de avaliação**
 - CLOSED – nós já expandidos

Algoritmo de Busca pela Melhor Escolha (Best-First)

- O próximo nó a ser expandido é escolhido com base no seu valor de avaliação, independente do nível ou do ramo em que se encontra esse nó



Algoritmo de Busca pela melhor escolha (Best-First)

- **Open:** Lista dos nós gerados mas não expandidos (Lista de prioridades)
- **Closed:** Lista dos nós já expandidos

procedure best_first_search

```
OPEN = [Start];  
CLOSED = [ ];  
while OPEN ≠ [ ] do  
  begin  
    retire o próximo estado de OPEN, chame de X;  
    if X é um objetivo then  
      retorne o caminho de solução que leva a X;  
    processe X, gerando seus filhos;  
    for cada filho de X  
      do case  
        % o filho não está em OPEN nem em CLOSED:  
        begin  
          atribua um valor de avaliação a este estado;  
          adicione a OPEN;  
        end;
```

Algoritmo de Busca pela melhor escolha (Best-First)

% o filho já está em OPEN:

begin

if o estado foi atingido com um valor de avaliação menor

then de a esse estado em OPEN este valor menor

end;

% o filho já está em CLOSED:

if o estado foi atingido por um valor de avaliação menor

then begin

dê ao estado em CLOSED esse valor menor;

mova esse estado de CLOSED

para OPEN

end;

coloque X em CLOSED;

reordene os estados em OPEN de acordo com o valor de avaliação

end;

return (falha) **% OPEN está vazia**

end.

Algoritmo de Busca pela melhor escolha – Exemplo 1

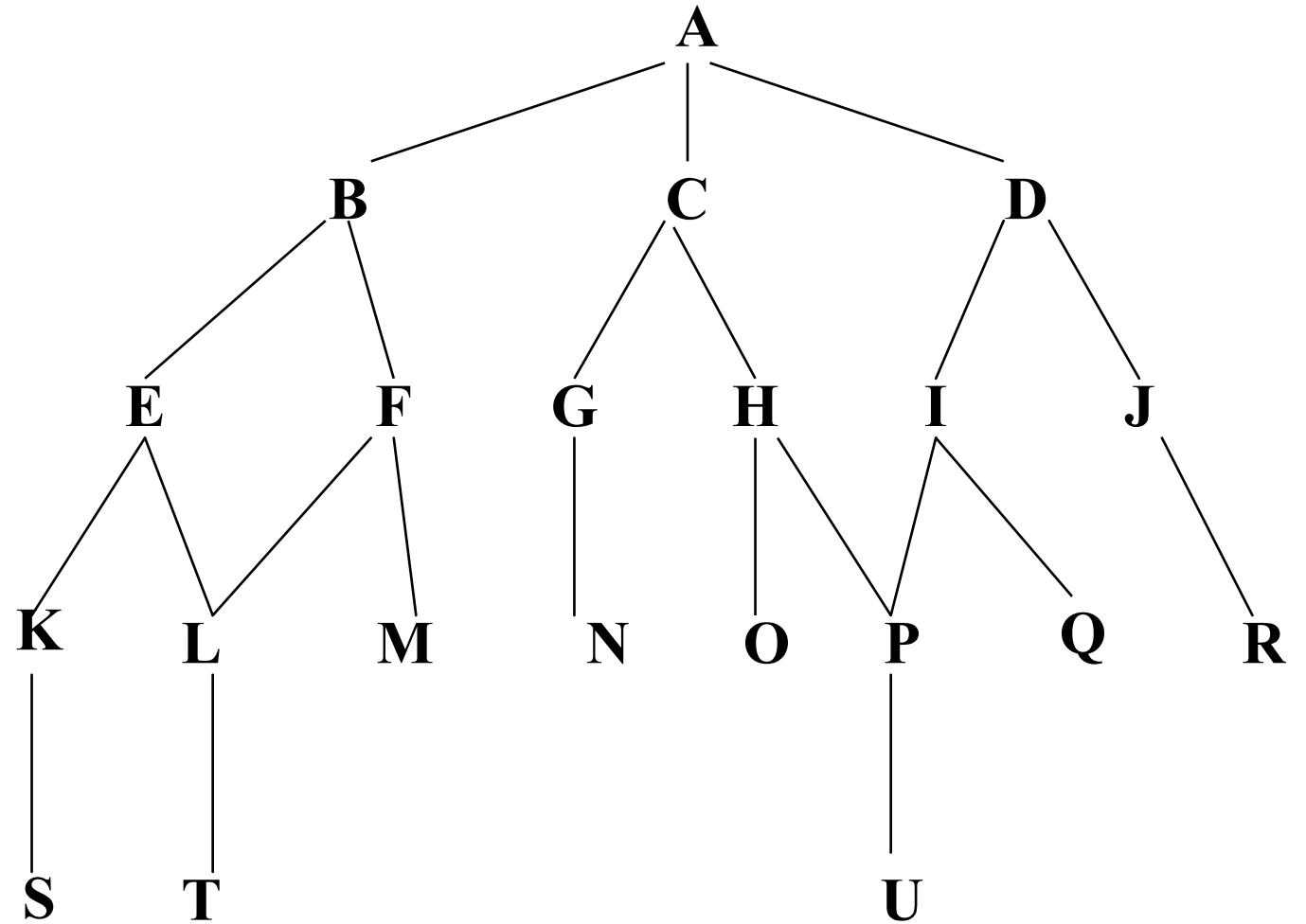
Espaço de Estados

Estado inicial: **A**

Estado final: **O**

Função de Avaliação f :

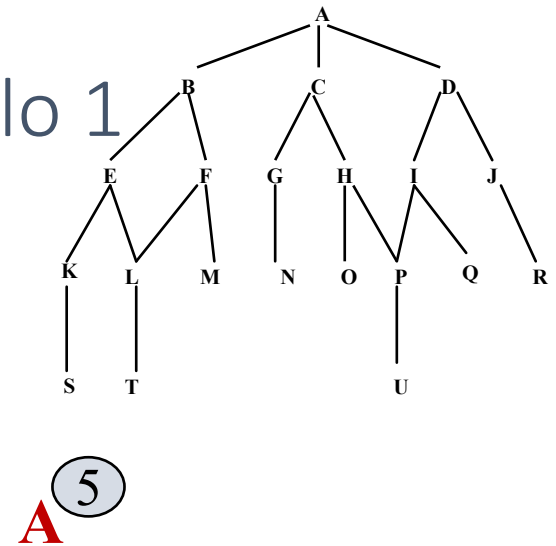
É aplicada aos nós quando
são gerados



Algoritmo de Busca pela melhor escolha – Exemplo 1

Números ao lado dos nós representam o valor de avaliação do nó;

A cada iteração o nó com **MENOR** valor de avaliação é selecionado para expansão;



Algoritmo de Busca pela melhor escolha – Exemplo 1

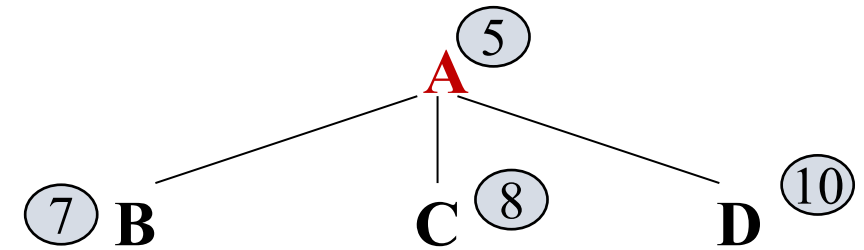
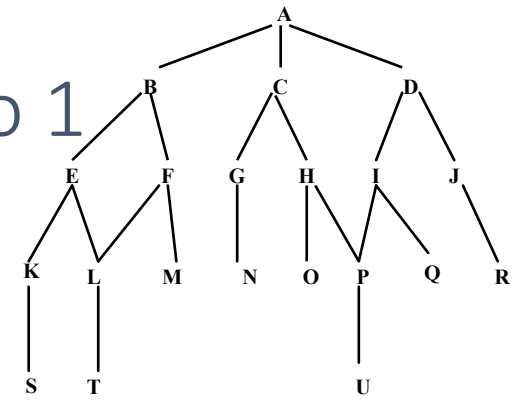
Números ao lado dos nós representam o valor de avaliação do nó;

A cada iteração o nó com **MENOR** valor de avaliação é selecionado para expansão;

Expande A gerando B-7, C-8, D-10

OPEN: B-7 C-8 D-10

CLOSED: A-5



Algoritmo de Busca pela melhor escolha – Exemplo 1

Números ao lado dos nós representam o valor de avaliação do nó;

A cada iteração o nó com **MENOR** valor de avaliação é selecionado para expansão;

Expande A gerando B-7, C-8, D-10

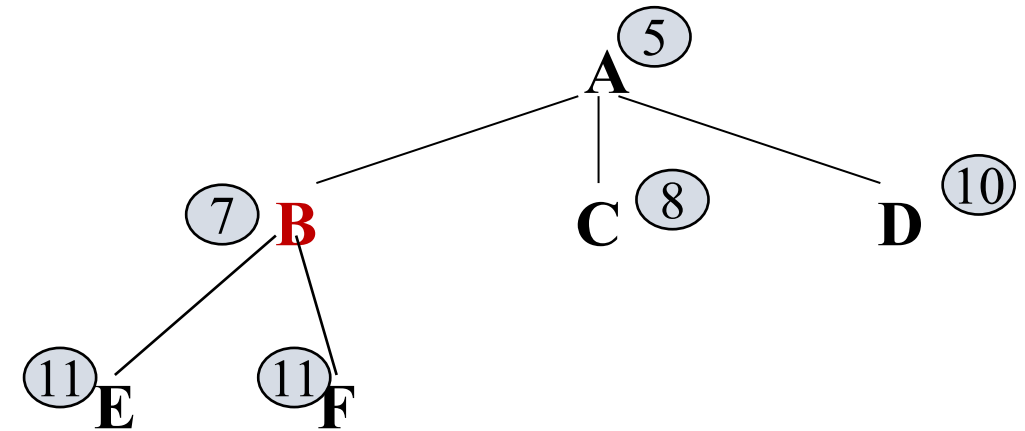
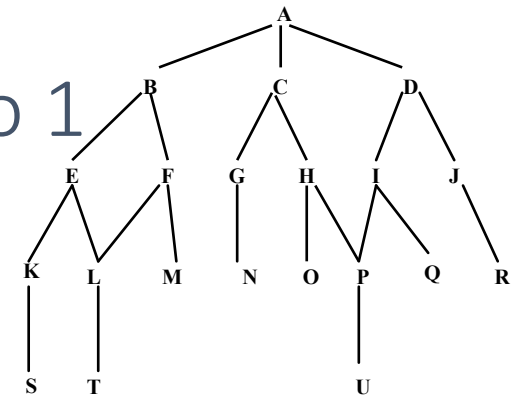
OPEN: B-7 C-8 D-10

CLOSED: A-5

Expande B gerando E-11, F-11

OPEN: C-8 D-10 E-11 F-11

CLOSED: A-5 B-7



Algoritmo de Busca pela melhor escolha – Exemplo 1

Números ao lado dos nós representam o valor de avaliação do nó;

A cada iteração o nó com **MENOR** valor de avaliação é selecionado para expansão;

Expande A gerando B-7, C-8, D-10

OPEN: B-7 C-8 D-10

CLOSED: A-5

Expande B gerando E-11, F-11

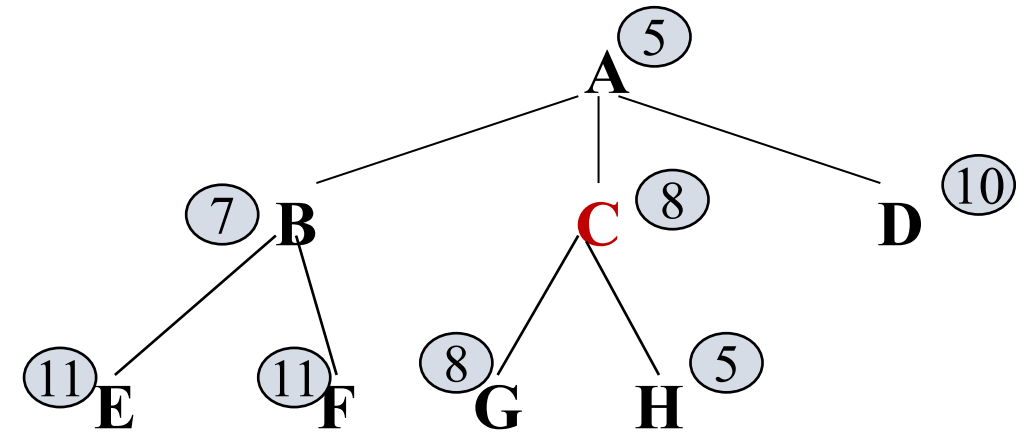
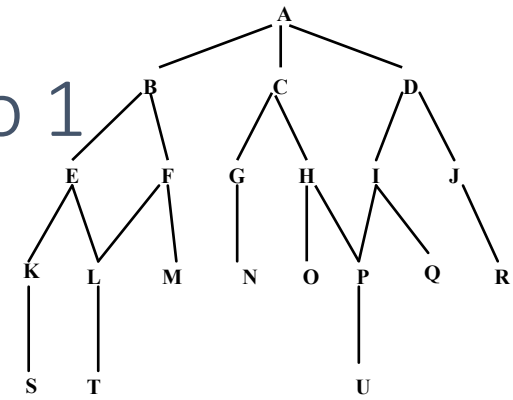
OPEN: C-8 D-10 E-11 F-11

CLOSED: A-5 B-7

Expande C gerando G-8 H-5

OPEN: H-5 G-8 D-10 E-11 F-11

CLOSED: A-5 B-7 C-8



Algoritmo de Busca pela melhor escolha – Exemplo 1

Expande A gerando B-7, C-8, D-10

OPEN: B-7 C-8 D-10

CLOSED: A-5

Expande B gerando E-11, F-11

OPEN: C-8 D-10 E-11 F-11

CLOSED: A-5 B-7

Expande C gerando G-8 H-5

OPEN: H-5 G-8 D-10 E-11 F-11

CLOSED: A-5 B-7 C-8

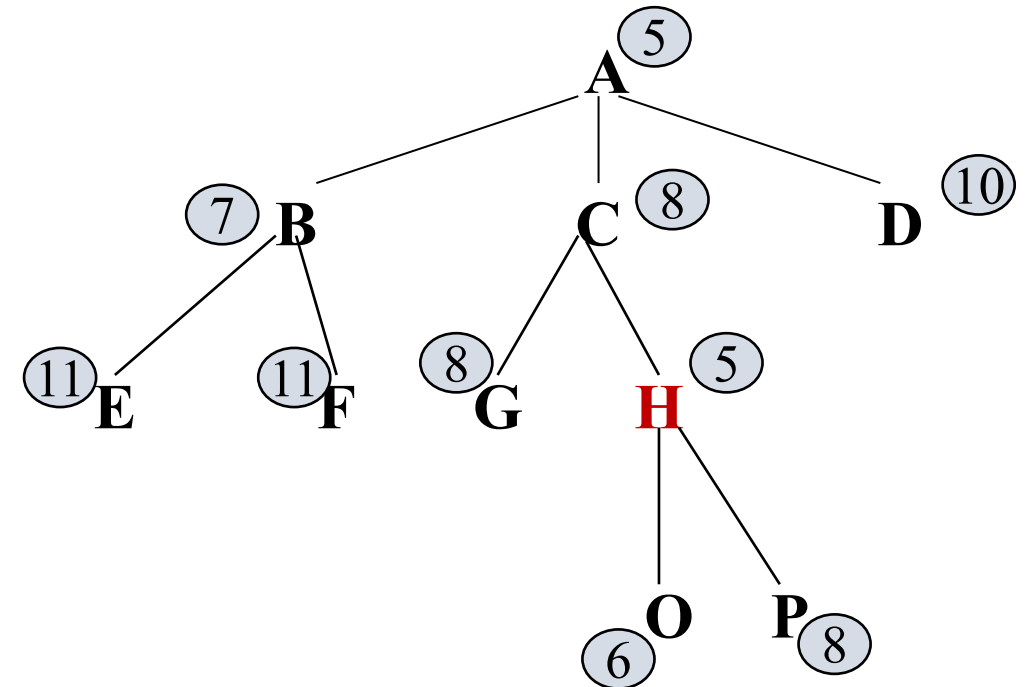
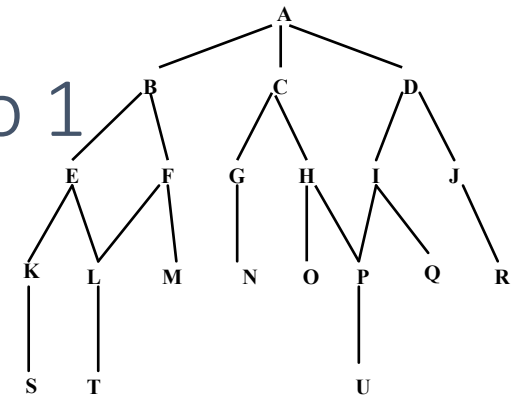
Expande **H** gerando O-6, P-8

OPEN: O-6 G-8 P-8 D-10 E-11 F-11

CLOSED: A-5 B-7 C-8 H-5

Objetivo foi gerado mas ainda não podemos parar.

O teste para o objetivo é feito só quando o nó é selecionado



Algoritmo de Busca pela melhor escolha – Exemplo 1

Expande A gerando B-7, C-8, D-10

OPEN: B-7 C-8 D-10

CLOSED: A-5

Expande B gerando E-11, F-11

OPEN: C-8 D-10 E-11 F-11

CLOSED: A-5 B-7

Expande C gerando G-8 H-5

OPEN: H-5 G-8 D-10 E-11 F-11

CLOSED: A-5 B-7 C-8

Expande **H** gerando O-6, P-8

OPEN: O-6 G-8 P-8 D-10 E-11 F-11

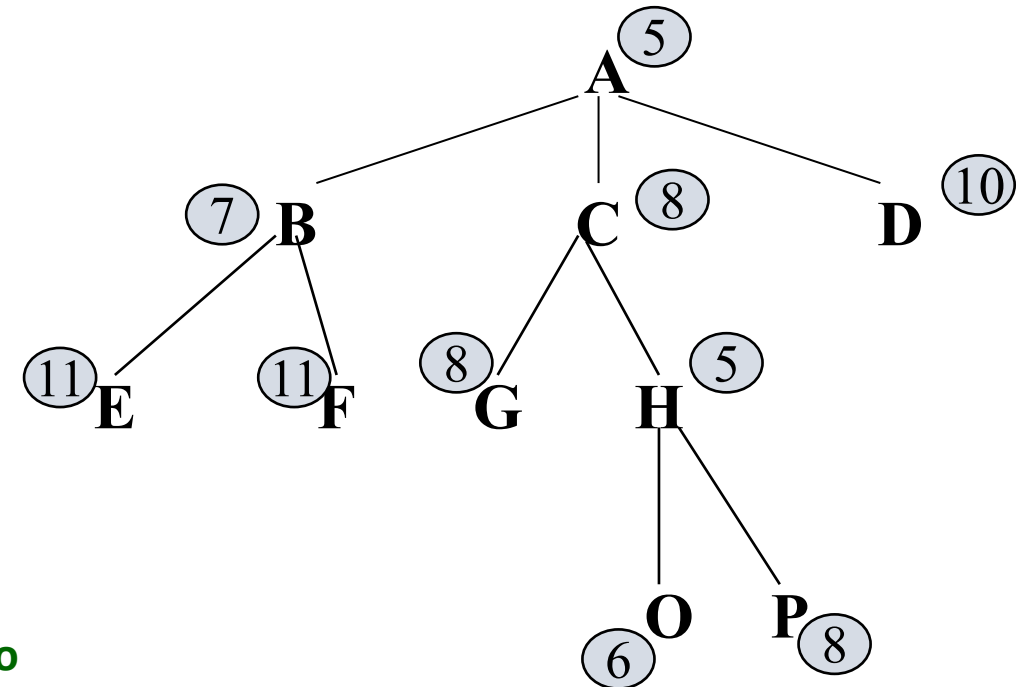
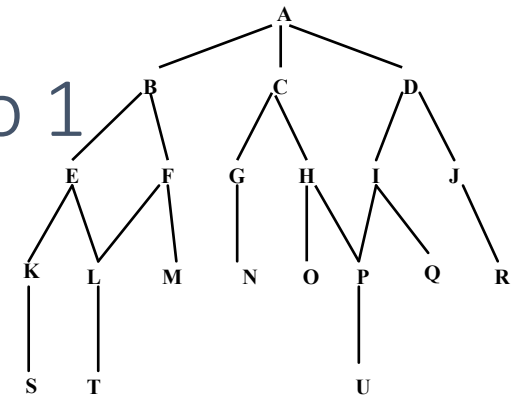
CLOSED: A-5 B-7 C-8 H-5

Objetivo foi gerado mas ainda não podemos parar.

O teste pra o objetivo é feito só quando o nó é selecionado

O é selecionado para expansão - **O é objetivo**

Solução encontrada: A-C-H-O



- Próxima aula:
- Algoritmo de Busca pela Melhor escolha - Exemplos