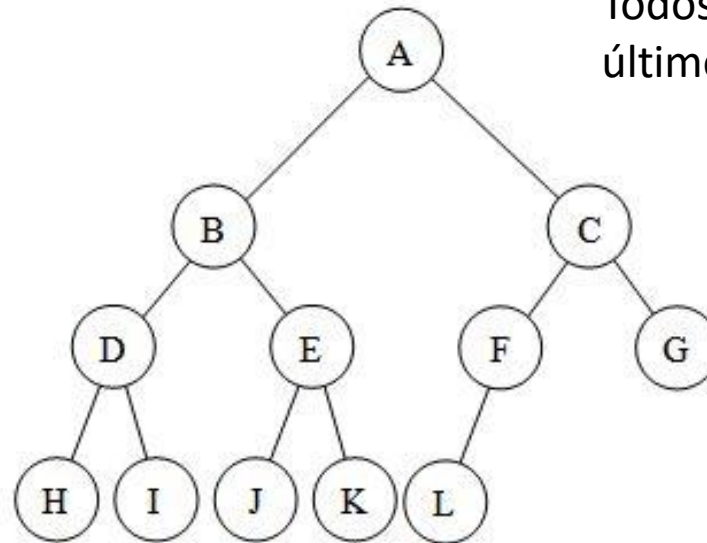


# Binary Heap

Marcos Castro

# Binary Heap

- Uma Binary Heap é uma árvore binária completa ou quase completa.
- Exemplo de árvore binária completa:



Todos os níveis (exceto possivelmente o último) estão completamente preenchidos.

# Binary Heap

- Tem-se a Min-Heap e Max-Heap.
- Min-Heap:
  - O valor de cada nó é maior ou igual do que o valor do seu pai, o menor valor está na raiz.
- Max-Heap:
  - O valor de cada nó é menor ou igual do que o valor do seu pai, o maior valor está na raiz.
- Os elementos estão dispostos na heap de forma que o pai sempre tem prioridade maior ou igual do que a prioridade de seus filhos.

# Binary Heap

- Cada posição do array é considerado pai de outras duas posições que são os filhos.
- A posição “ $i$ ” passa a ser pai das posições:
  - $2i + 1$  (filho à esquerda)
  - $2i + 2$  (filho à direita)

# Binary Heap

- Para inserir um novo elemento, basta inserir na primeira posição vaga do array, ou seja, ao final do array.
- Inserir ao final do array quer dizer que inicialmente o novo elemento é uma folha.
- Feito isso, precisa-se levar o elemento inserido para a sua respectiva posição na heap de acordo com a sua prioridade (“subir” na árvore).

# Binary Heap

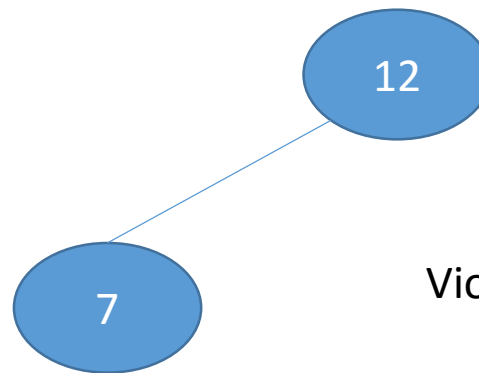
- Vamos construir uma Min-Heap.
- Exemplo: 12, 7, 6, 10, 8, 20
- Inserindo o 12...



Array: 12

# Binary Heap

- Exemplo: 12, **7**, 6, 10, 8, 20
- Inserindo o 7...

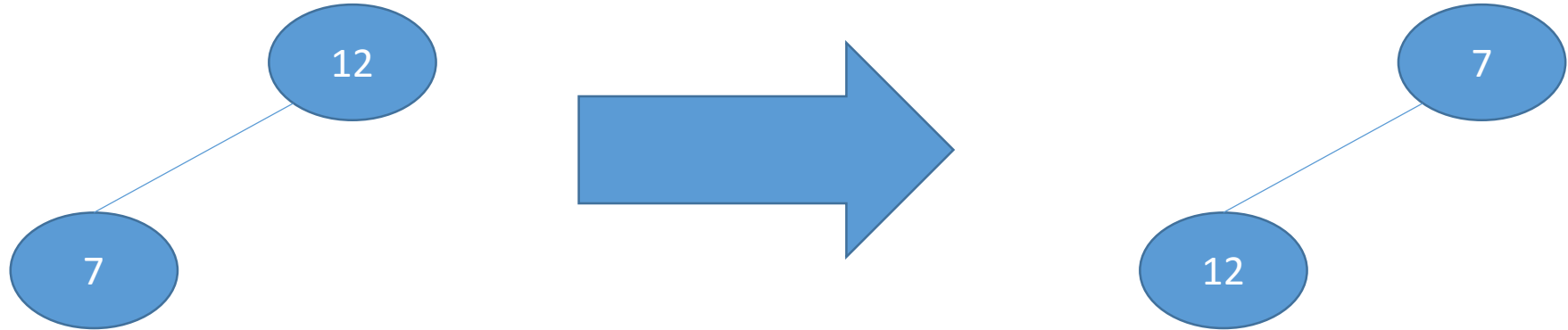


Violou a propriedade da min-heap!

Array: 12, 7

# Binary Heap

- Exemplo: 12, 7, 6, 10, 8, 20
- Corrigindo:



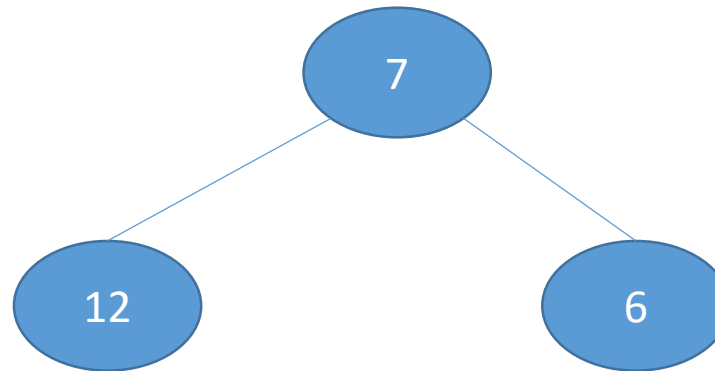
Array: 7, 12



# Binary Heap

- Exemplo: 12, 7, 6, 10, 8, 20
- Inserindo o 6...

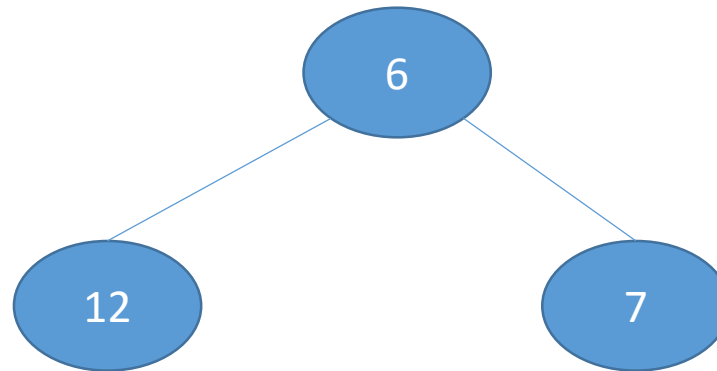
Violou a propriedade da min-heap, pois o 6 é menor do que o seu pai: 7.



Array: 7, 12, 6

# Binary Heap

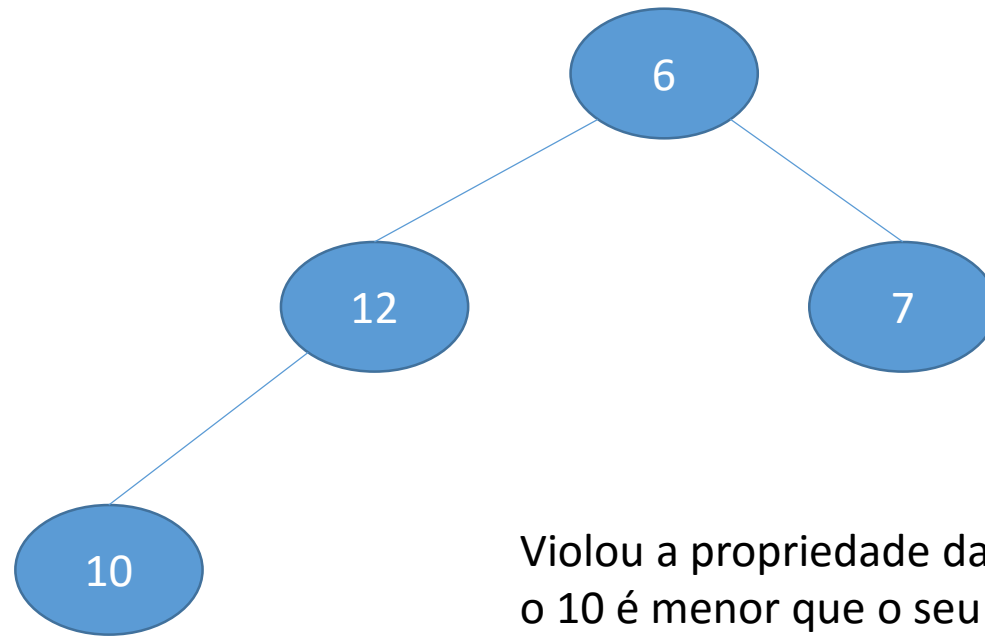
- Exemplo: 12, 7, 6, 10, 8, 20
- Corrigindo...



Array: 6, 12, 7

# Binary Heap

- Exemplo: 12, 7, 6, **10**, 8, 20
- Inserindo o 10...

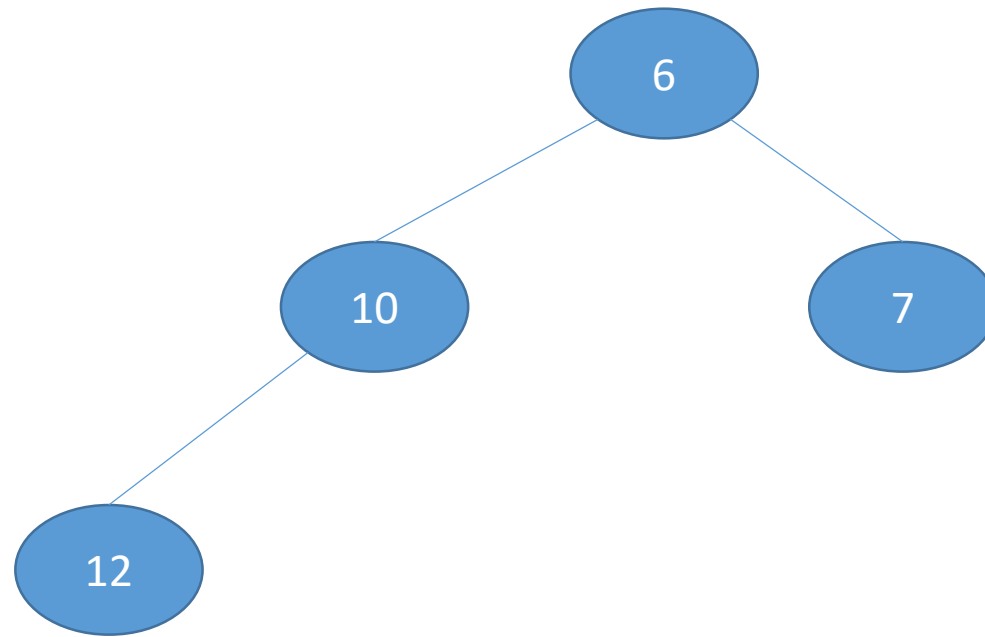


Violou a propriedade da min-heap, pois o 10 é menor que o seu pai: 12.

Array: 6, 12, 7, 10

# Binary Heap

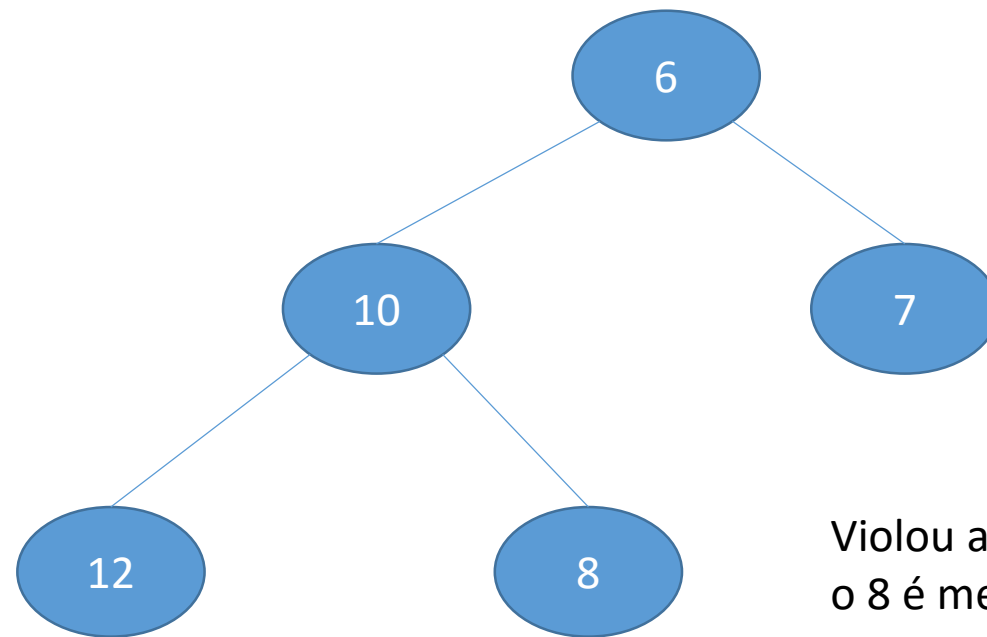
- Exemplo: 12, 7, 6, 10, 8, 20
- Corrigindo...



Array: 6, 10, 7, 12

# Binary Heap

- Exemplo: 12, 7, 6, 10, **8**, 20
- Inserindo o 8...

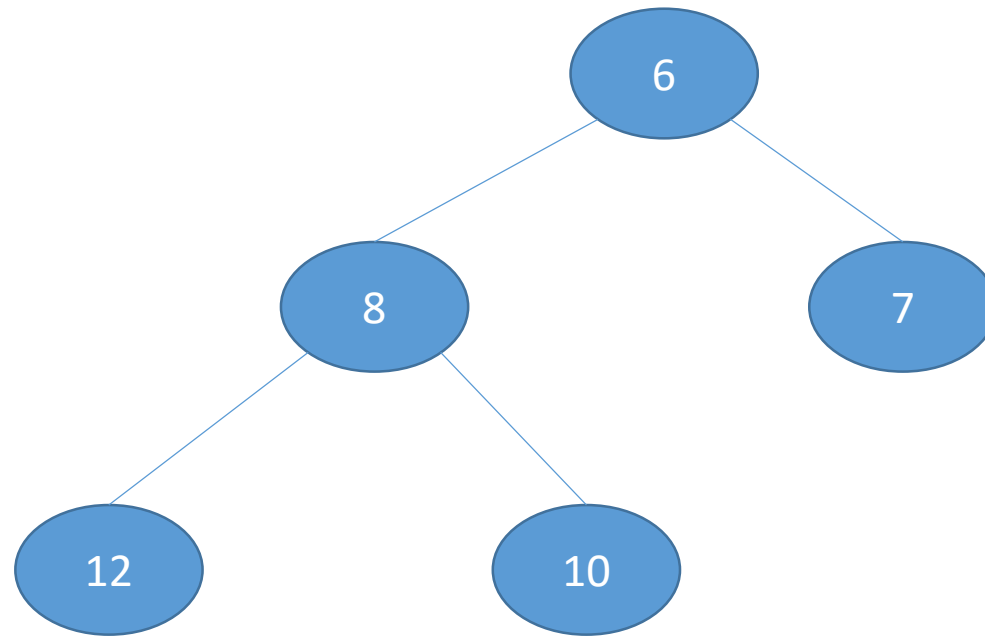


Violou a propriedade da min-heap, pois o 8 é menor que o seu pai: 10.

Array: 6, 10, 7, 12, 8

# Binary Heap

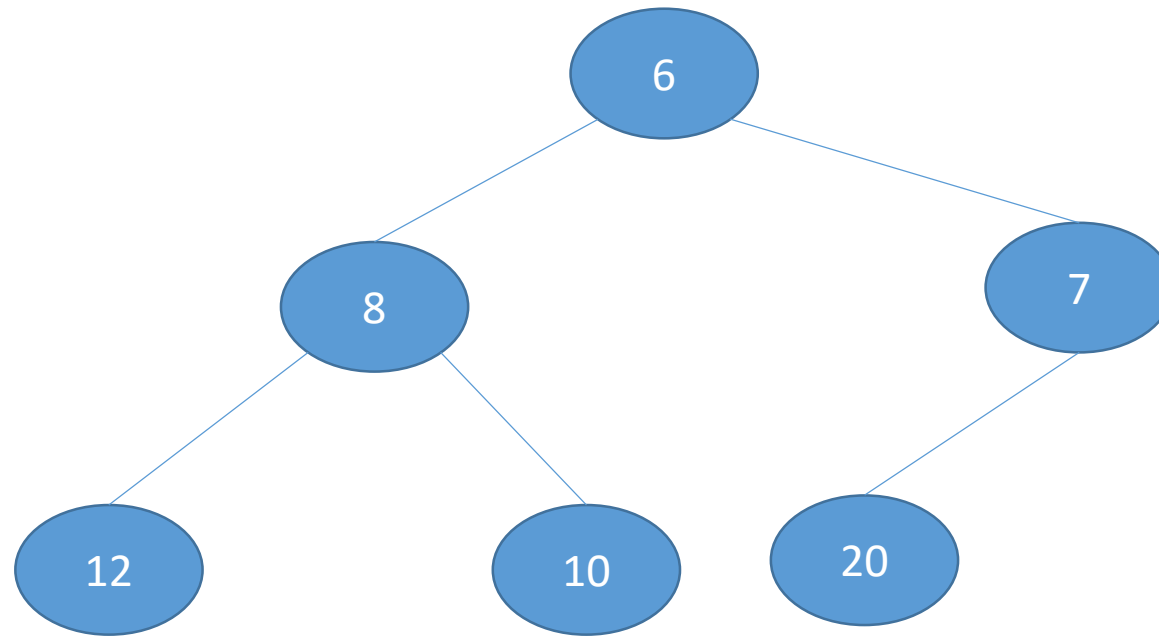
- Exemplo: 12, 7, 6, 10, 8, 20
- Corrigindo...



Array: 6, 8, 7, 12, 10

# Binary Heap

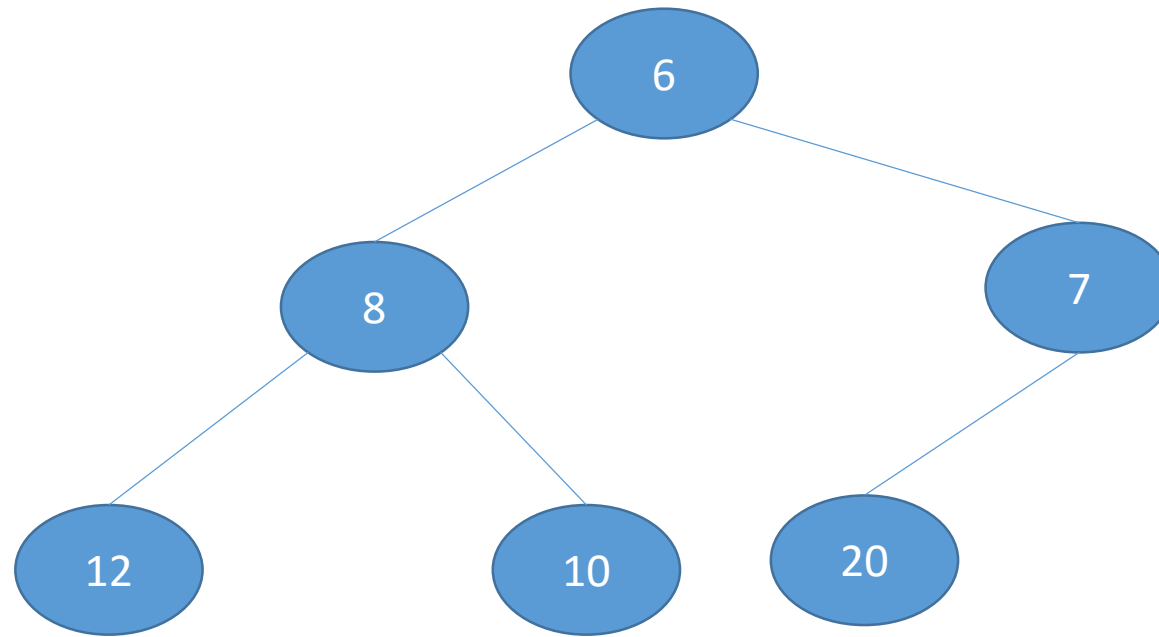
- Exemplo: 12, 7, 6, 10, 8, **20**
- Inserindo o 20...



Array: 6, 8, 7, 12, 10, 20

# Binary Heap

- Exemplo: 12, 7, 6, 10, 8, 20



Array: 6, 8, 7, 12, 10, 20

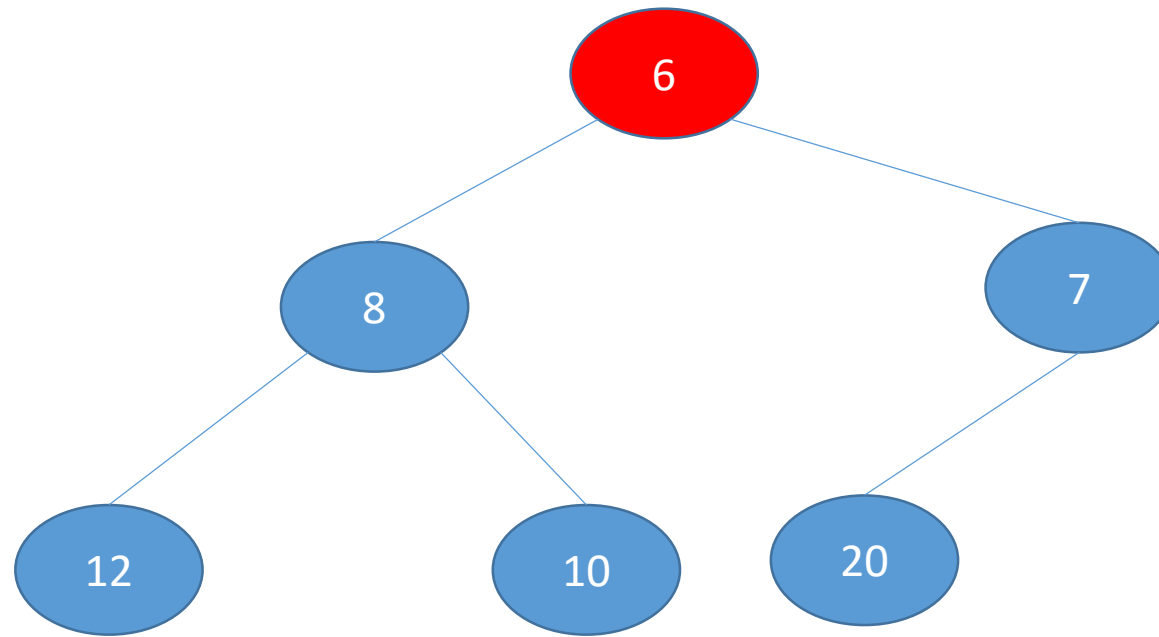


# Binary Heap

- Para remover, remove-se o elemento que está no topo da heap, ou seja, no início do array.
- Copia-se o elemento do final para o início do array.
- Leva-se o elemento que foi colocado no topo da heap para a sua respectiva posição de acordo com a sua prioridade.

# Binary Heap

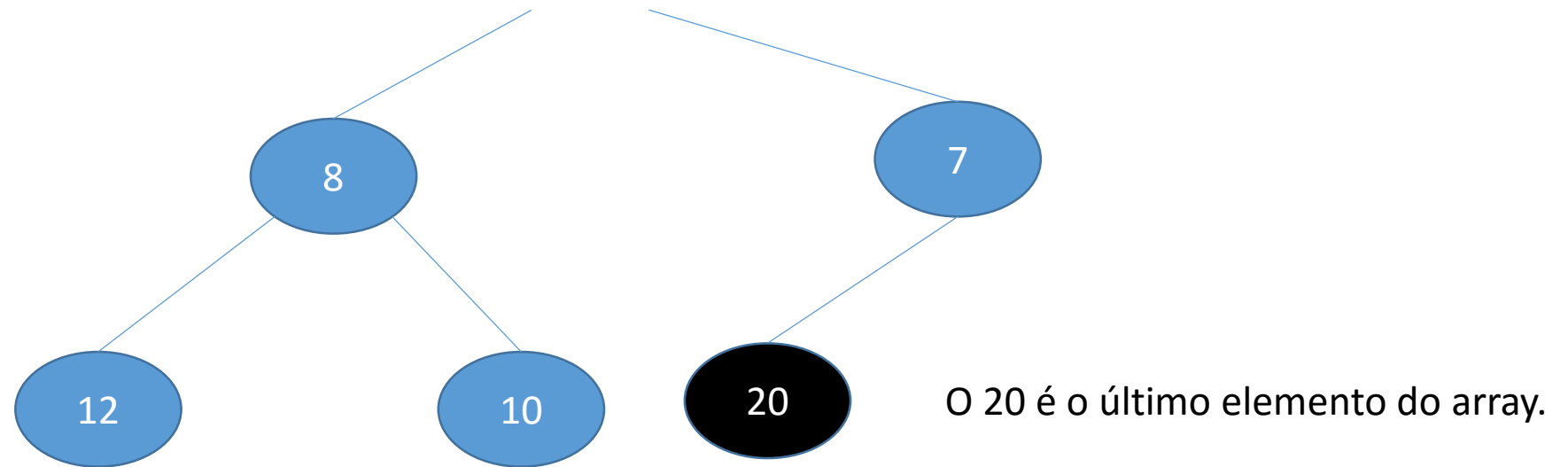
- Removendo o 6...



Array: 6, 8, 7, 12, 10, 20

# Binary Heap

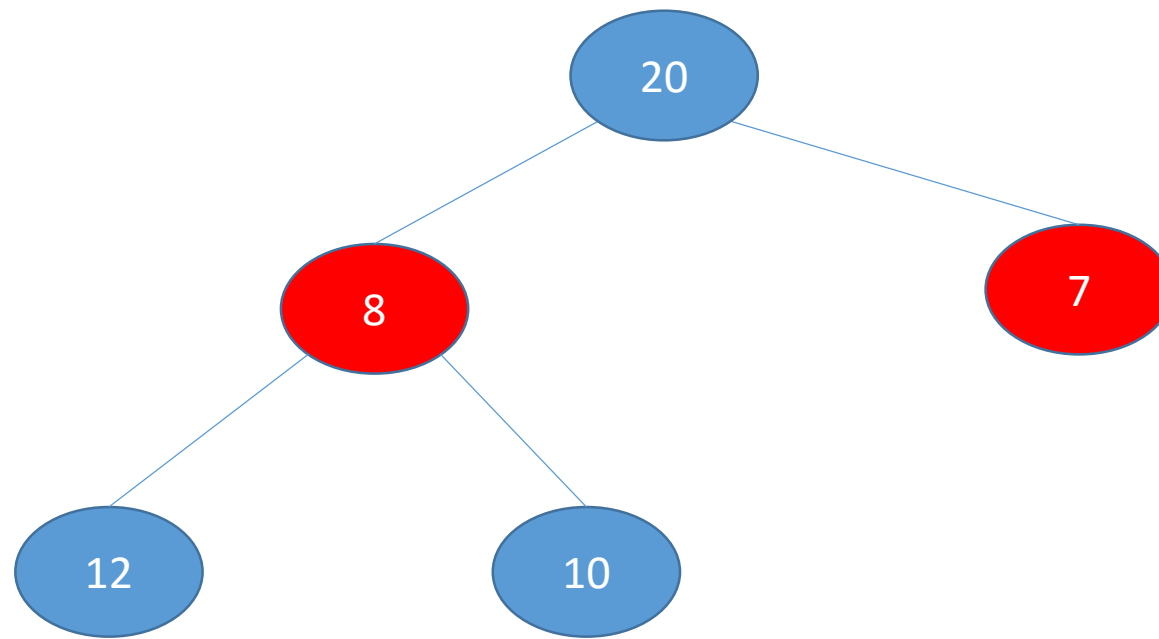
- Removendo o 6...



Array: 8, 7, 12, 10, 20

# Binary Heap

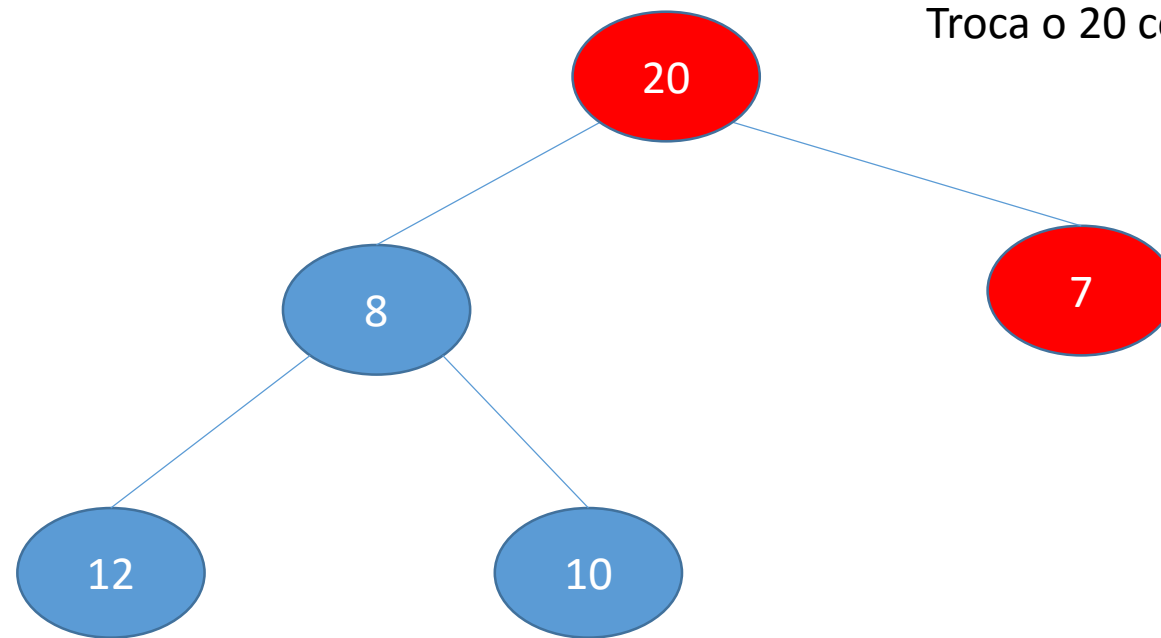
- Removendo o 6...



Array: 20, 8, 7, 12, 10

# Binary Heap

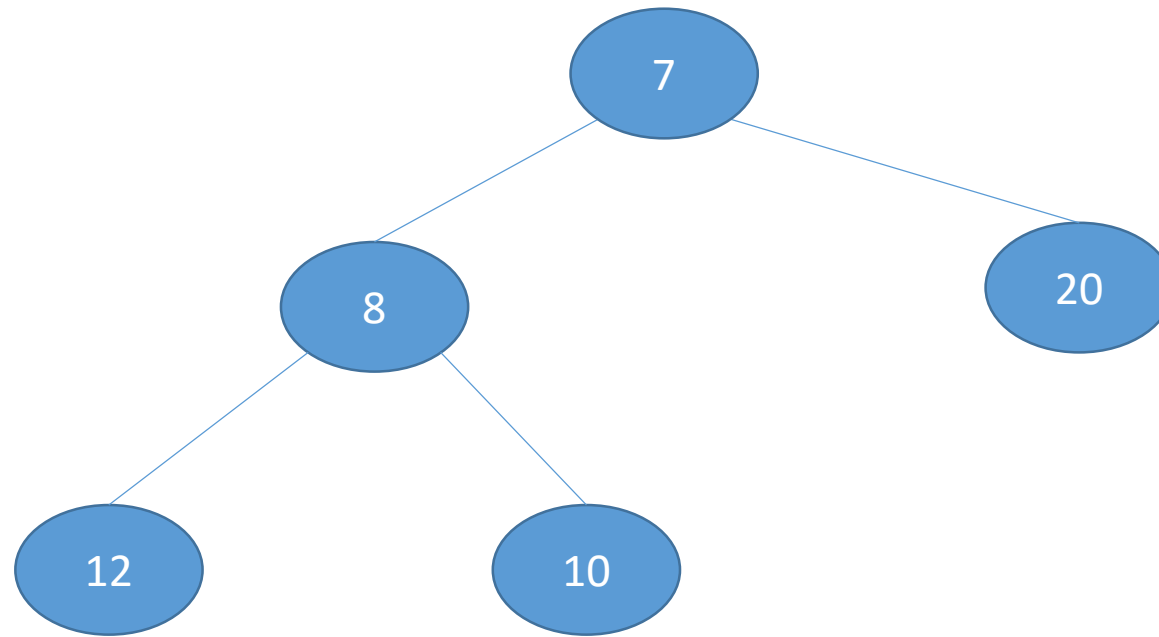
- Removendo o 6...



Troca o 20 com o 7 para refazer a heap.

# Binary Heap

- Heap refeita!



Array: 7, 8, 20, 12, 10

# Binary Heap - Custo

- A inserção e remoção é  $O(\log N)$ .
- Tanto na remoção como na inserção, precisa-se verificar e corrigir (se necessário) violações das propriedades da heap.

# Binary Heap

- Simulação da Binary Heap:
  - <http://visualgo.net/heap.html> (max heap)
  - <https://www.cs.usfca.edu/~galles/visualization/Heap.html> (min heap)



# Contato

[mcastrosouza@live.com](mailto:mcastrosouza@live.com)

[www.twitter.com/mcastrosouza](https://www.twitter.com/mcastrosouza)

[www.geeksbr.com](http://www.geeksbr.com)

<http://youtube.com/c/marcoscastro Souza>

<http://marcoscastro.me>

<https://github.com/marcoscastro>