



Árvores Red-Black

Centro Universitário Governador Ozanam Coelho
Ciência da Computação
Algoritmos e Estruturas de Dados

Prof. Sergio Murilo Stempluc
coordcomp@unifagoc.edu.br

Regra 1: Um nó é vermelho ou é preto

Regra 2: A raiz é preta

Regra 3: Toda folha (NULL) é preta

Regra 4: Se um nó é vermelho então ambos os seus filhos são pretos

Regra 5: Para cada nó p , todos os caminhos desde p até as folhas contêm o mesmo número de nós pretos

RB-INSERT-FIXUP(T,z)

```
enquanto cor(p[z]) = vermelho faça  
    se (p[z] = esquerda(p[p[z]])) então  
        y <- direita(p[p[z]])  
        se (cor(y) = vermelho) então  
            cor(p[z]) <- preto  
            cor(y) <- preto  
            cor(p[p[z]]) <- vermelho  
            z <- p[p[z]]  
        senão  
            se (z = direita(p[z])) então  
                z <- p[z]  
                rotação_esquerda(T, z)  
            cor(p[z]) <- preto  
            cor(p[p[z]]) <- vermelho  
            rotação_direita(T, p[p[z]])  
senão ...
```

RB-INSERT-FIXUP(T,z)

senão

y ← esquerda(p[p[z]])

se (cor(y) = vermelho) **então**

cor(p[z]) ← preto

cor(y) ← preto

cor(p[p[z]]) ← vermelho

z ← p[p[z]]

senão

se (z = esquerda(p[z])) **então**

z ← p[z]

rotação_direita(T, z)

cor(p[z]) ← preto

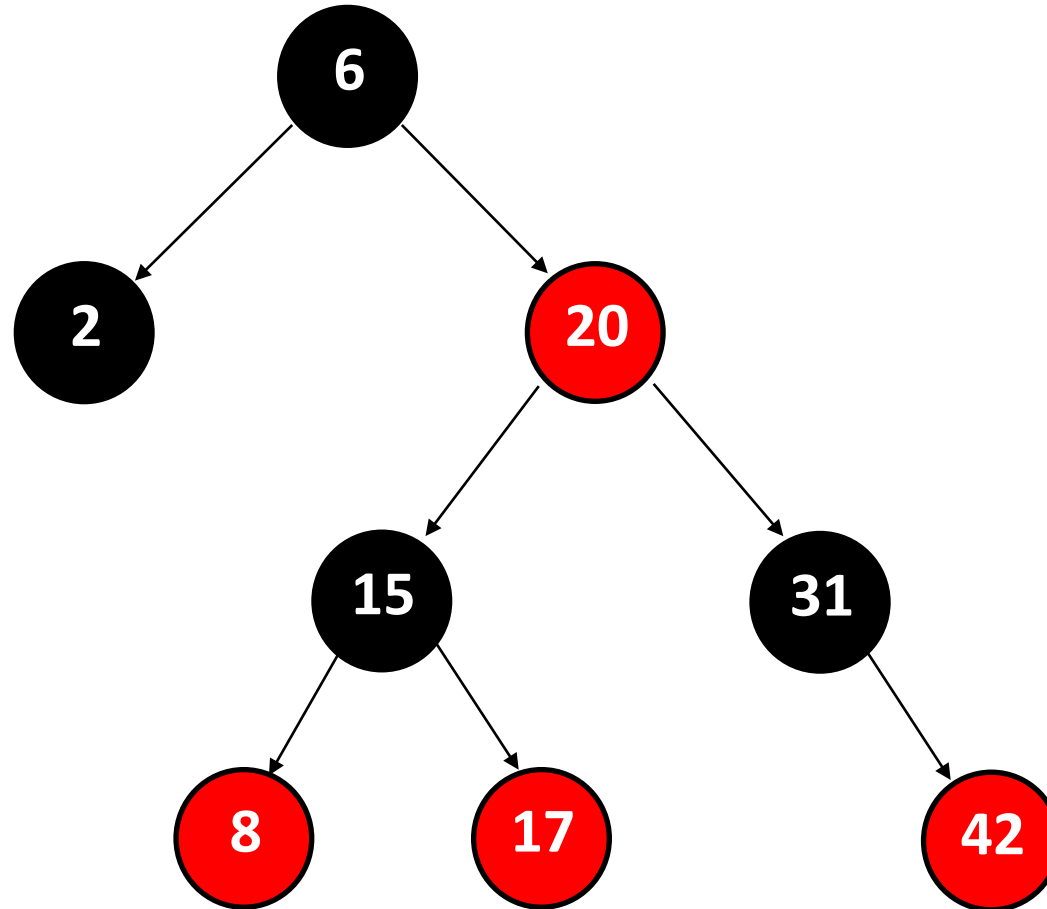
cor(p[p[z]]) ← vermelho

rotação_esquerda(T, p[p[z]])

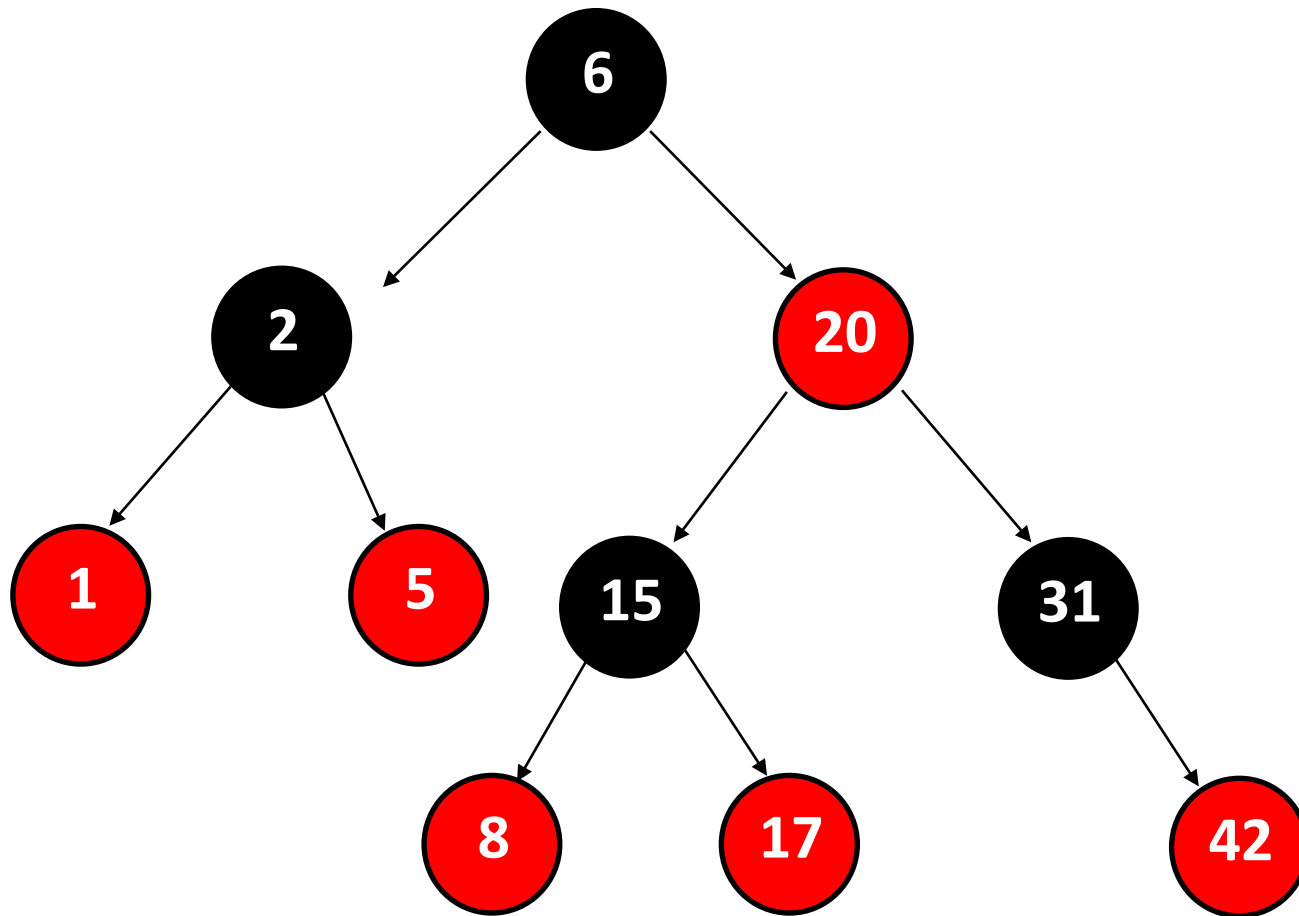
fim enquanto

cor(raiz[T]) ← preto

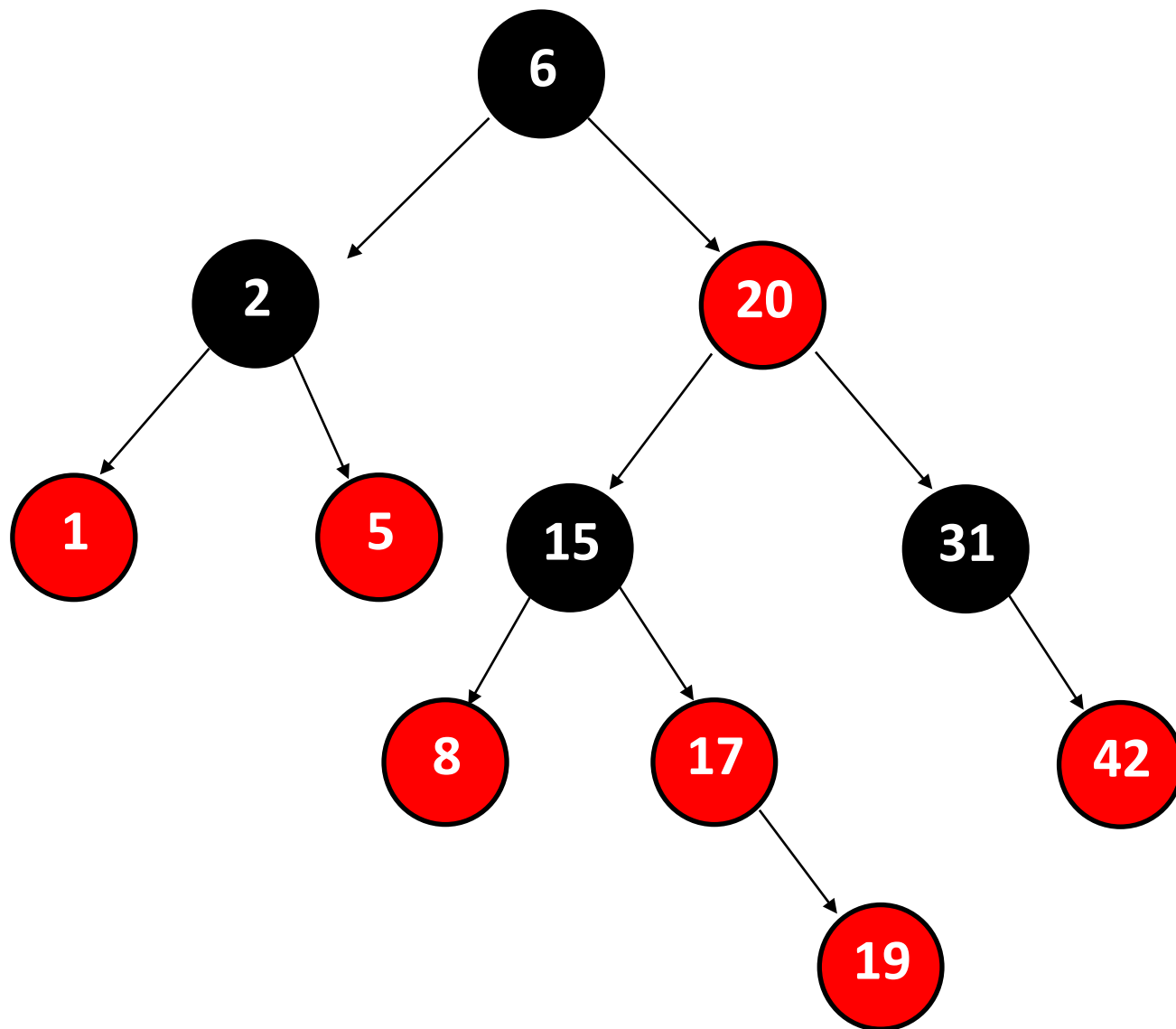
Exemplo de árvore Red-Black

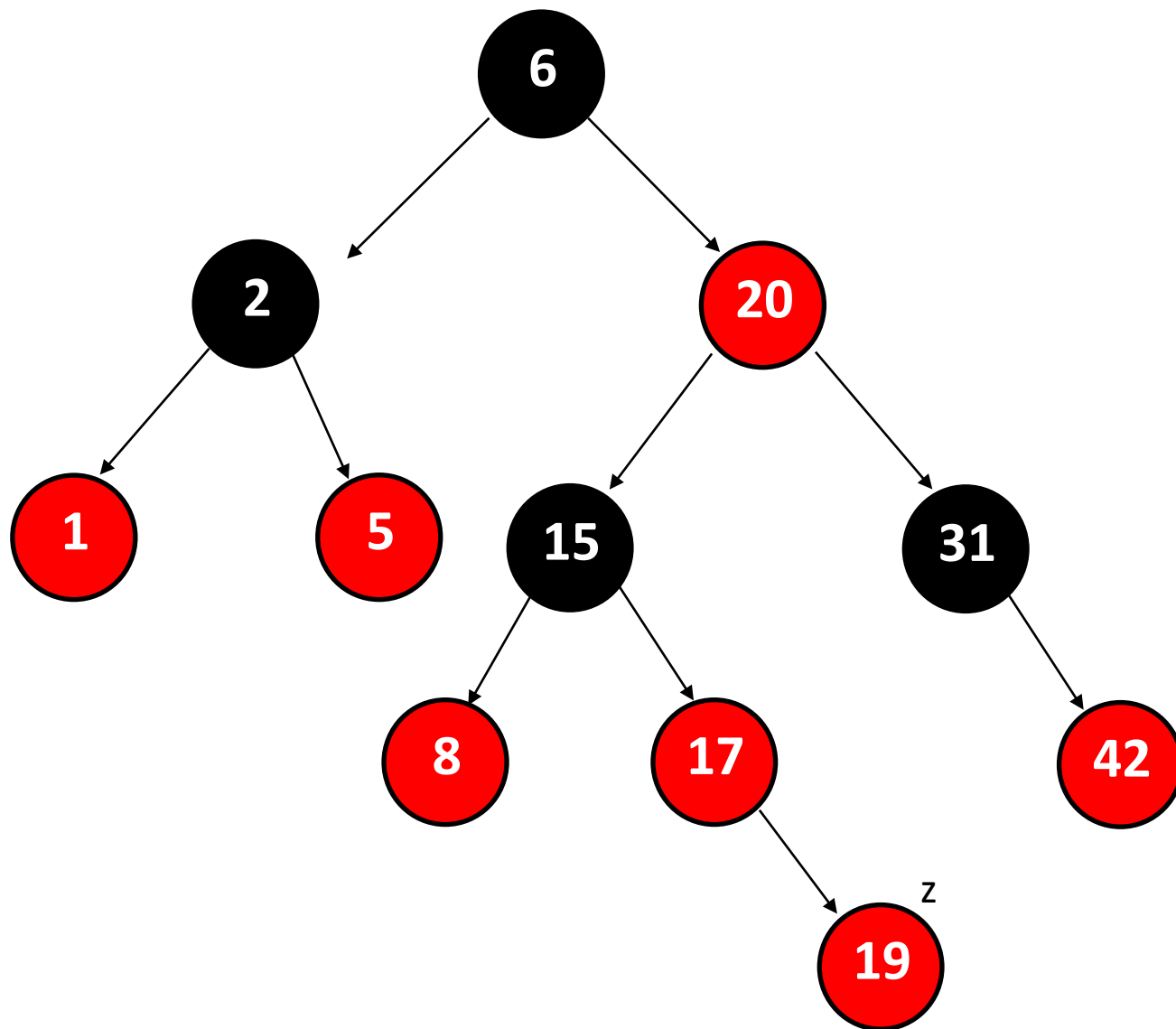


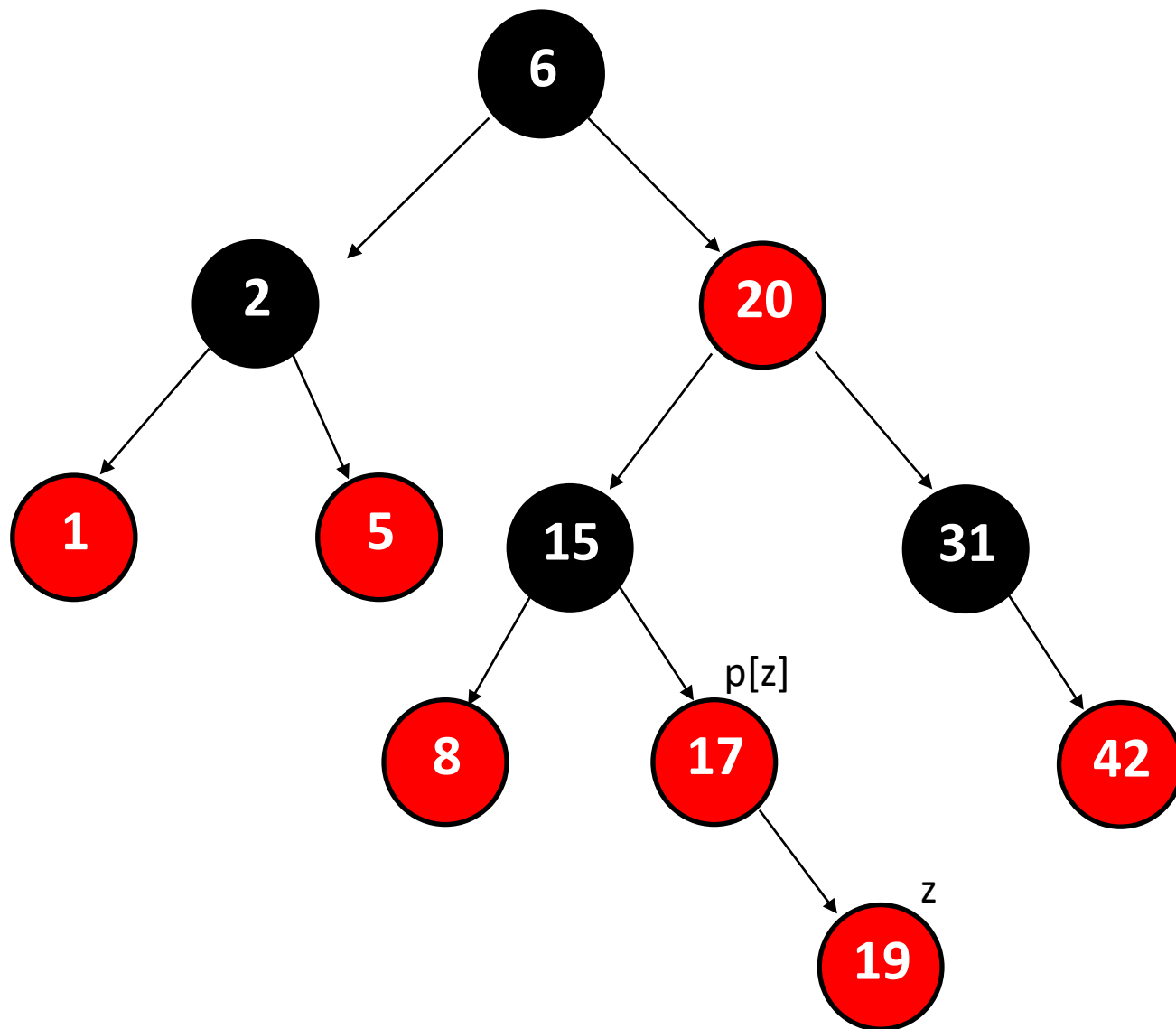
Qual a estrutura da árvore se inserirmos os números 1 e 5?

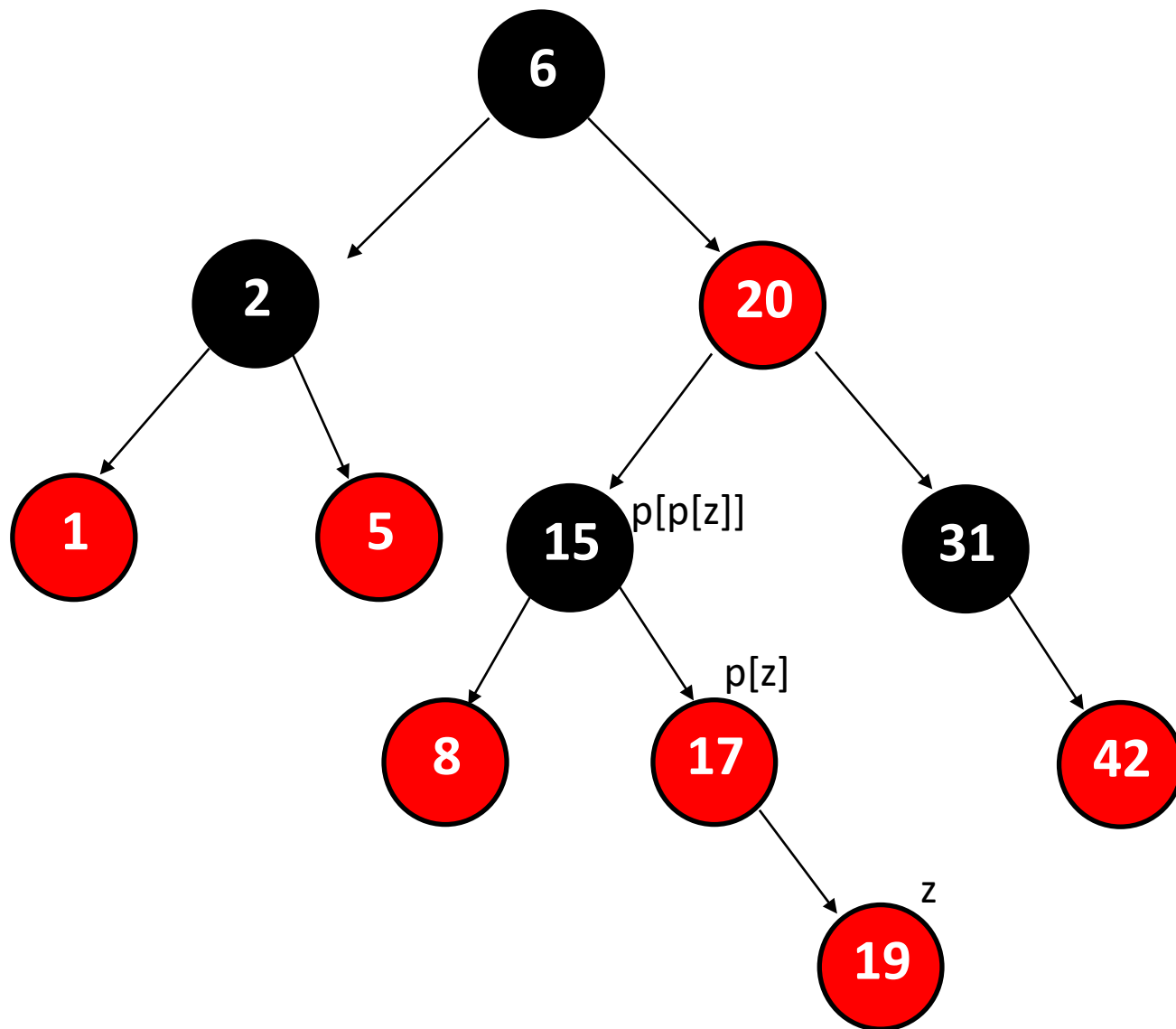


Qual a estrutura da árvore se inserirmos o número 19?

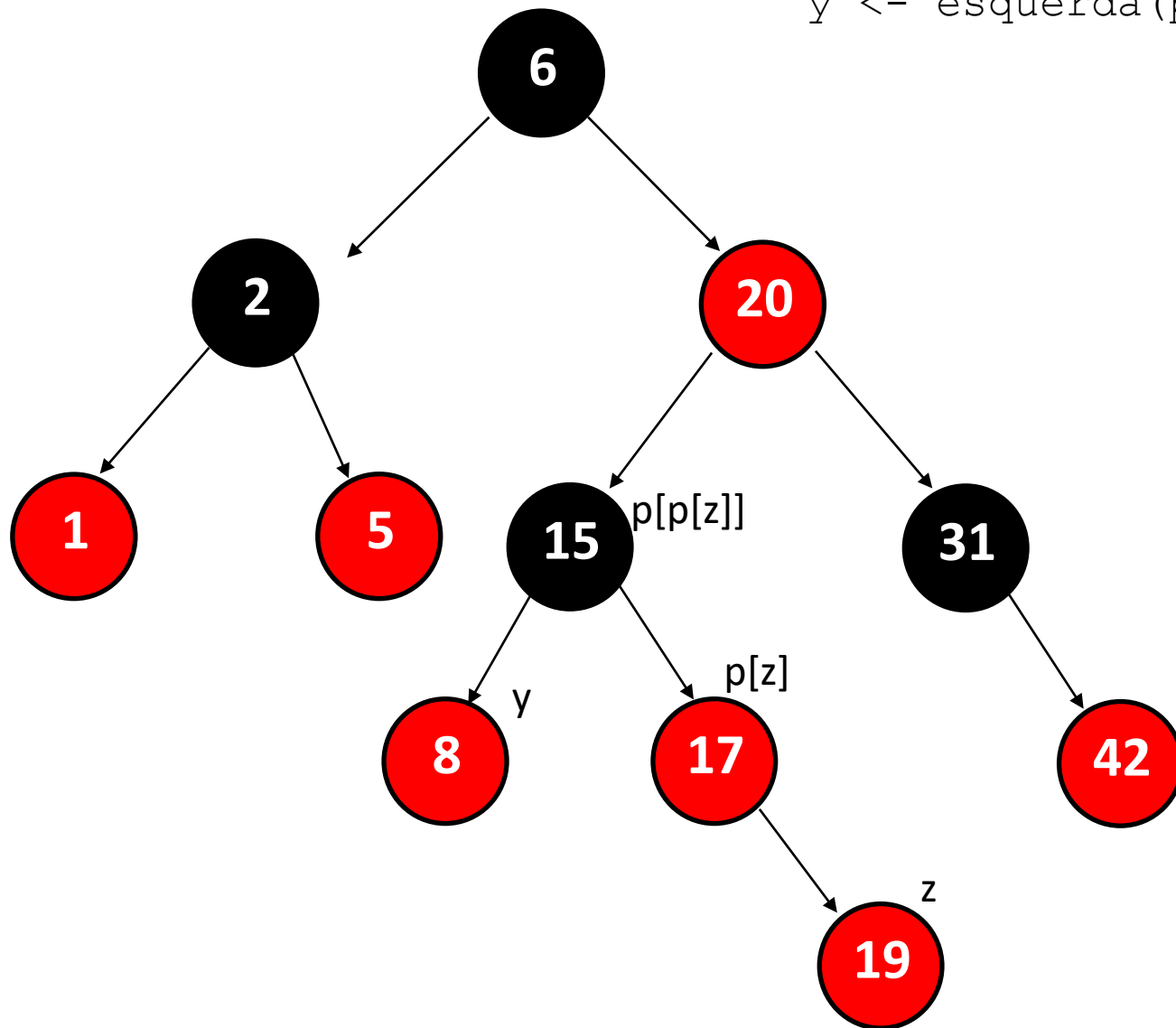




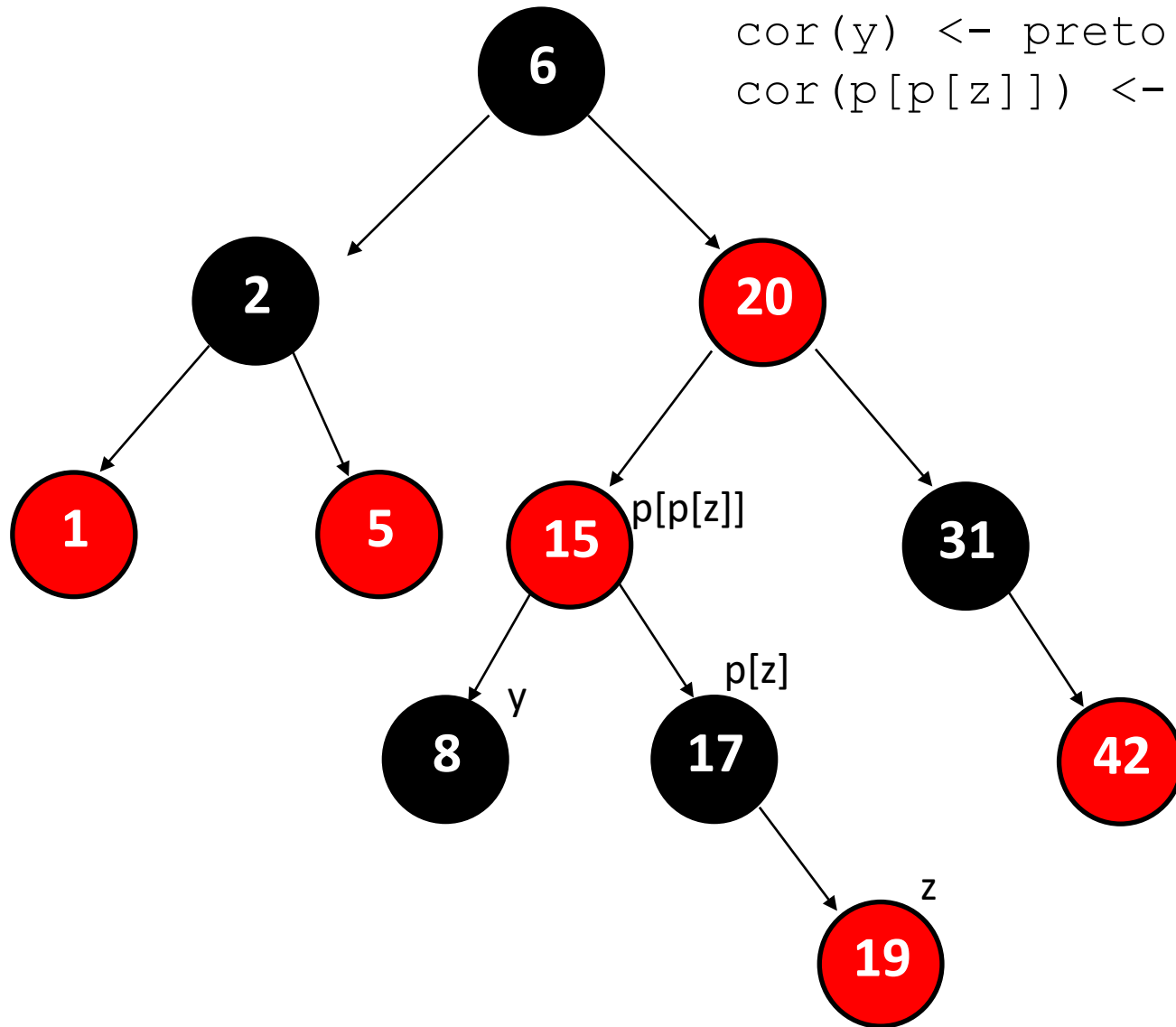




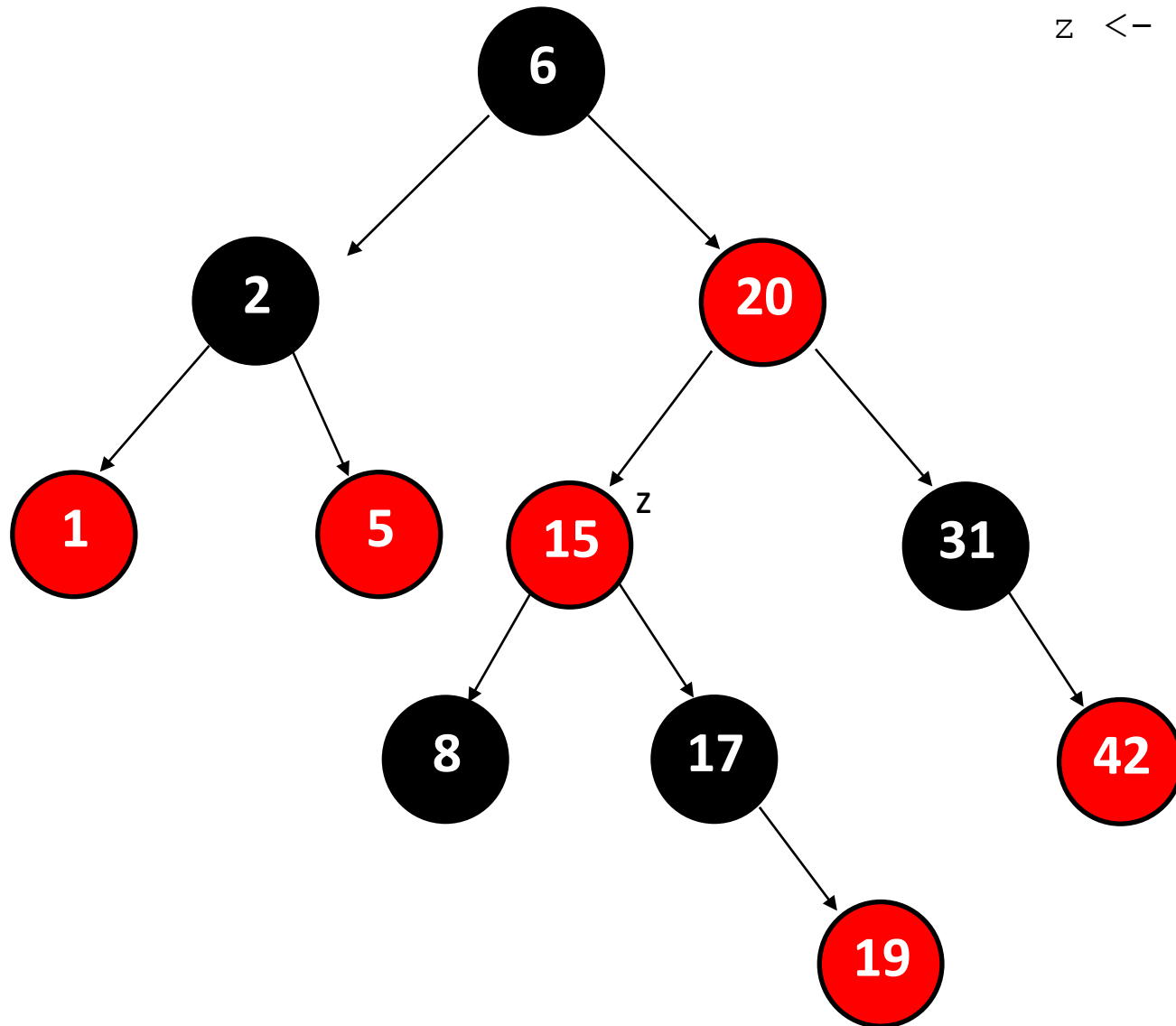
`y <- esquerda(p[p[z]])`

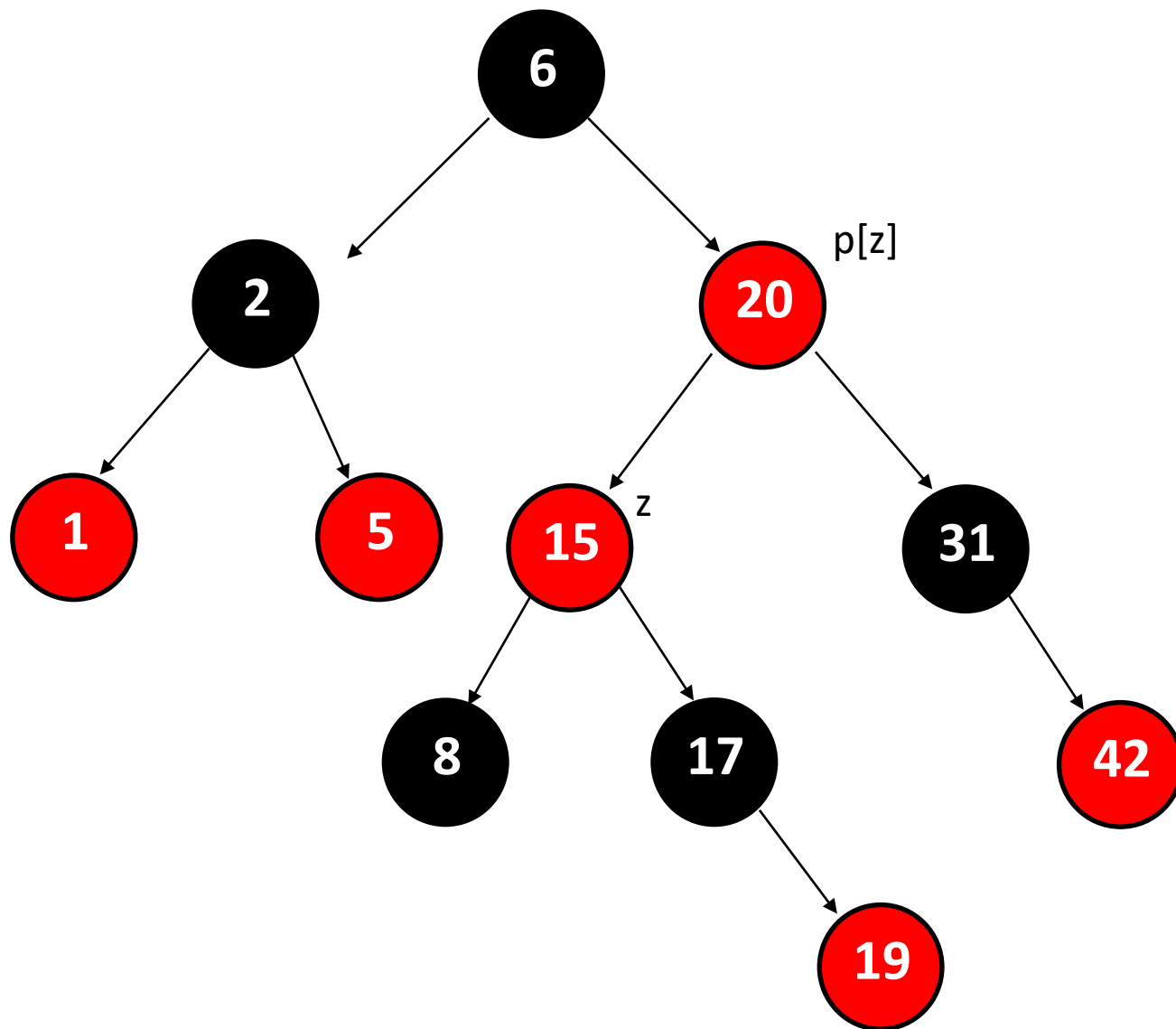


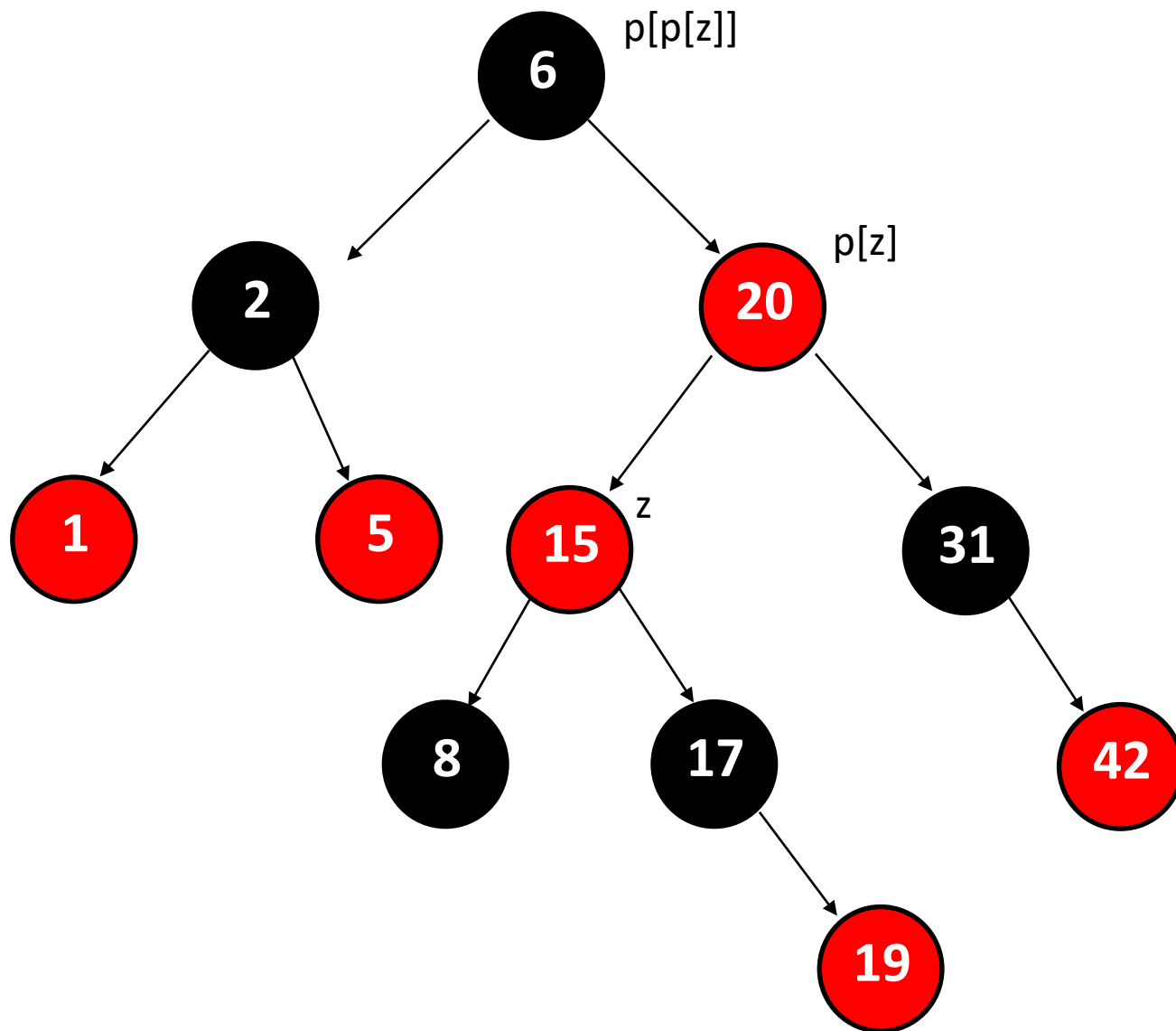
```
cor(p[z]) <- preto  
cor(y) <- preto  
cor(p[p[z]]) <- vermelho
```



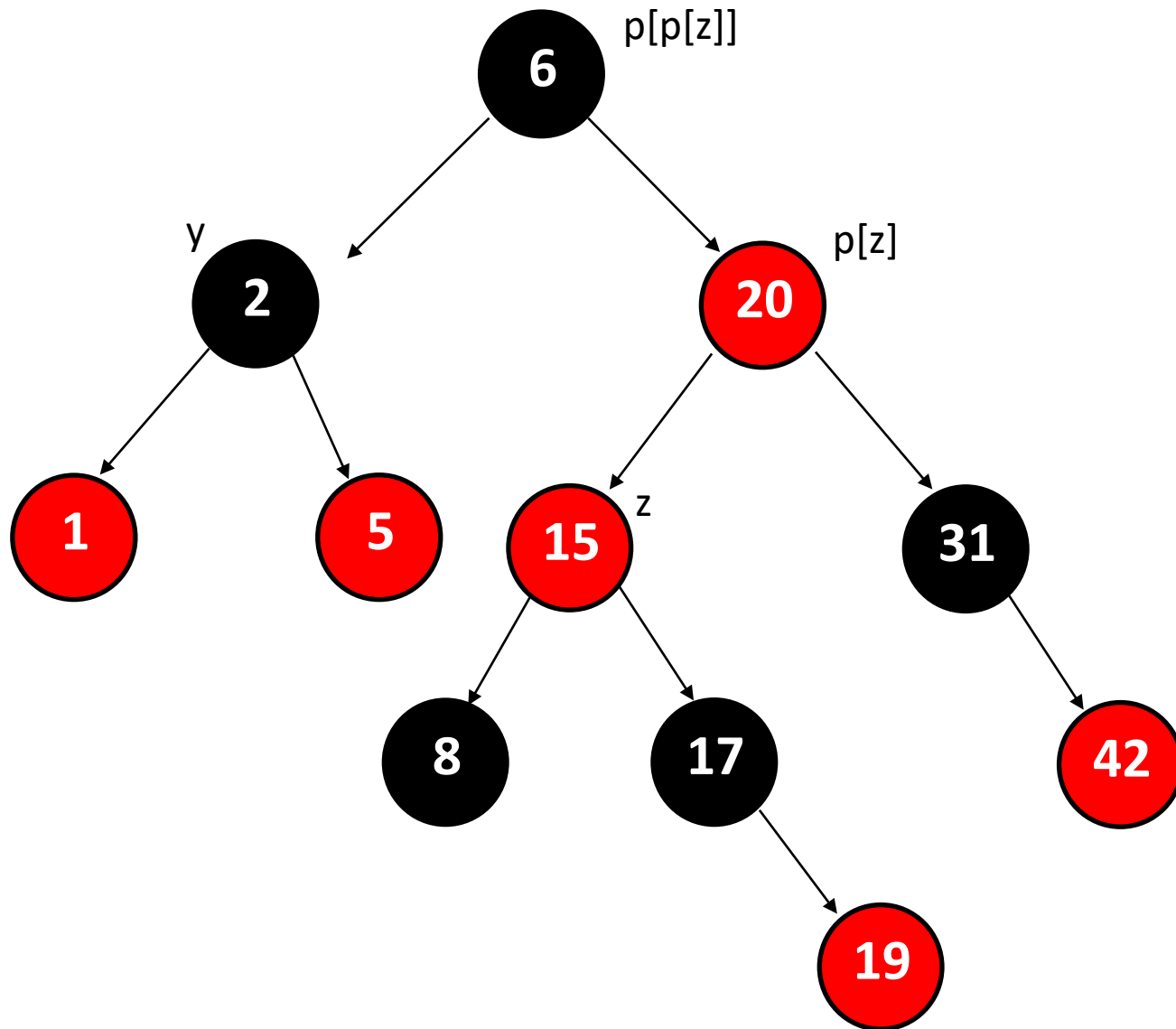
```
z <- p[p[z]]
```



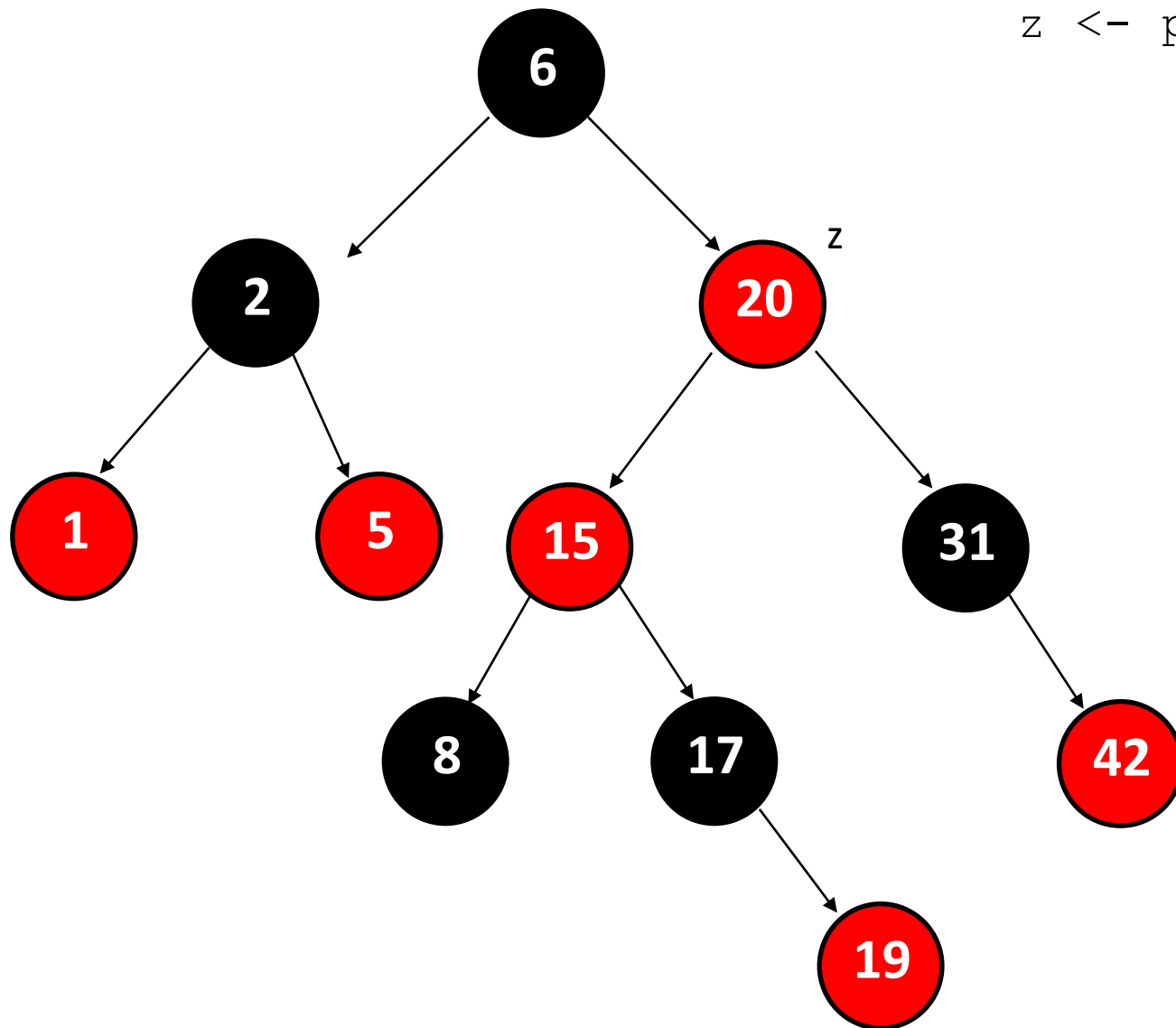




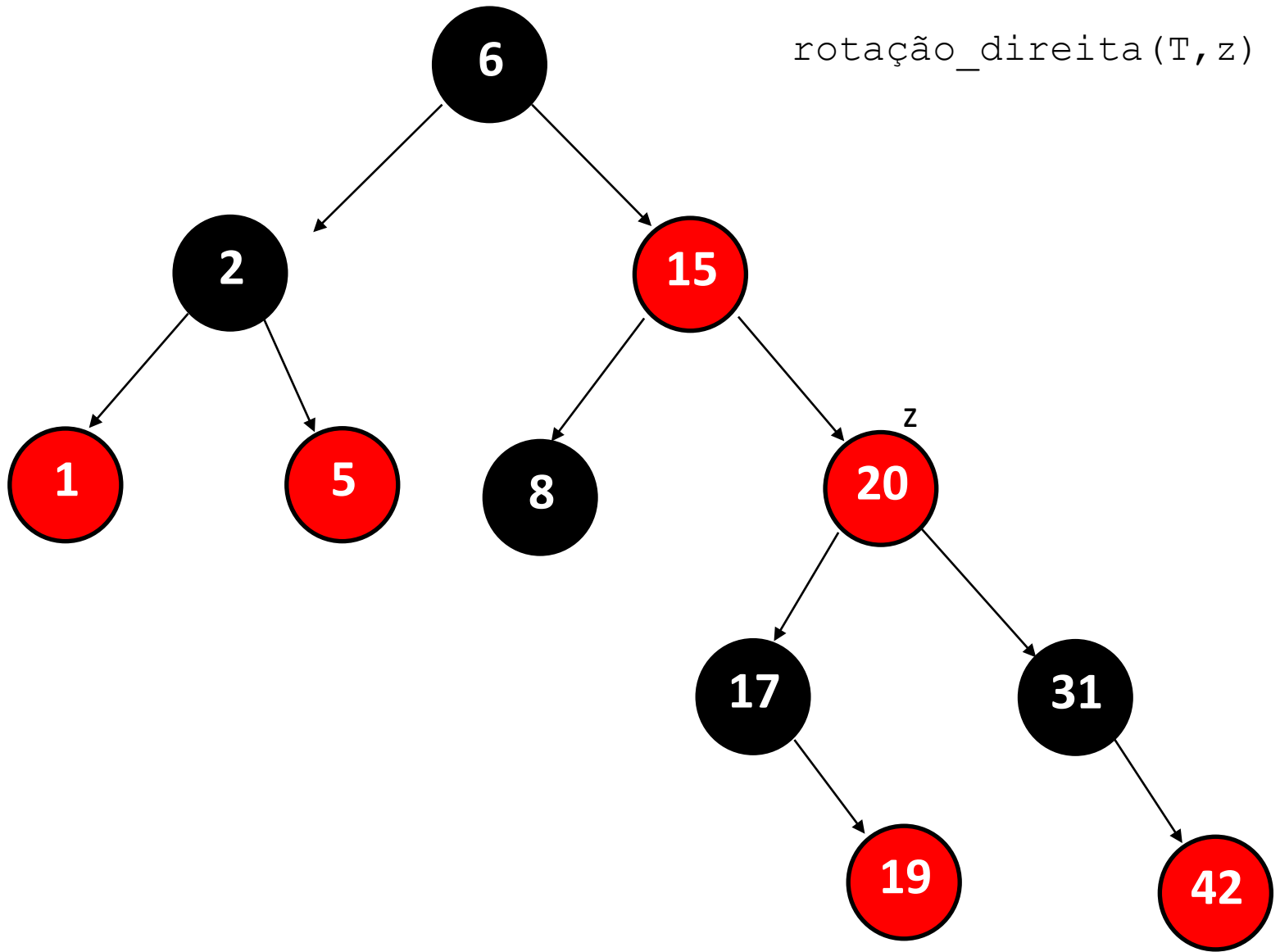
```
y <- esquerda(p[p[z]])
```



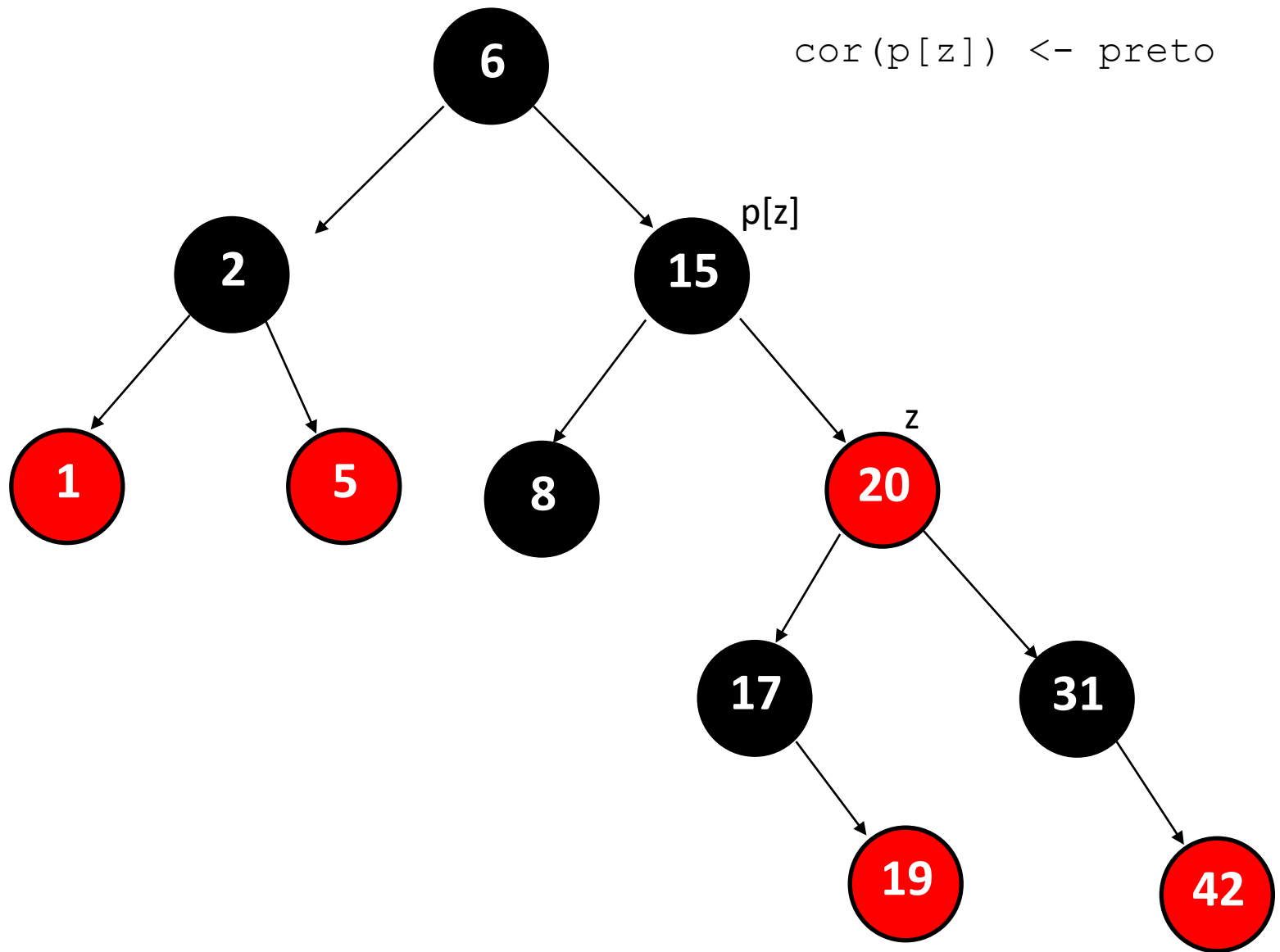
`z <- p[z]`

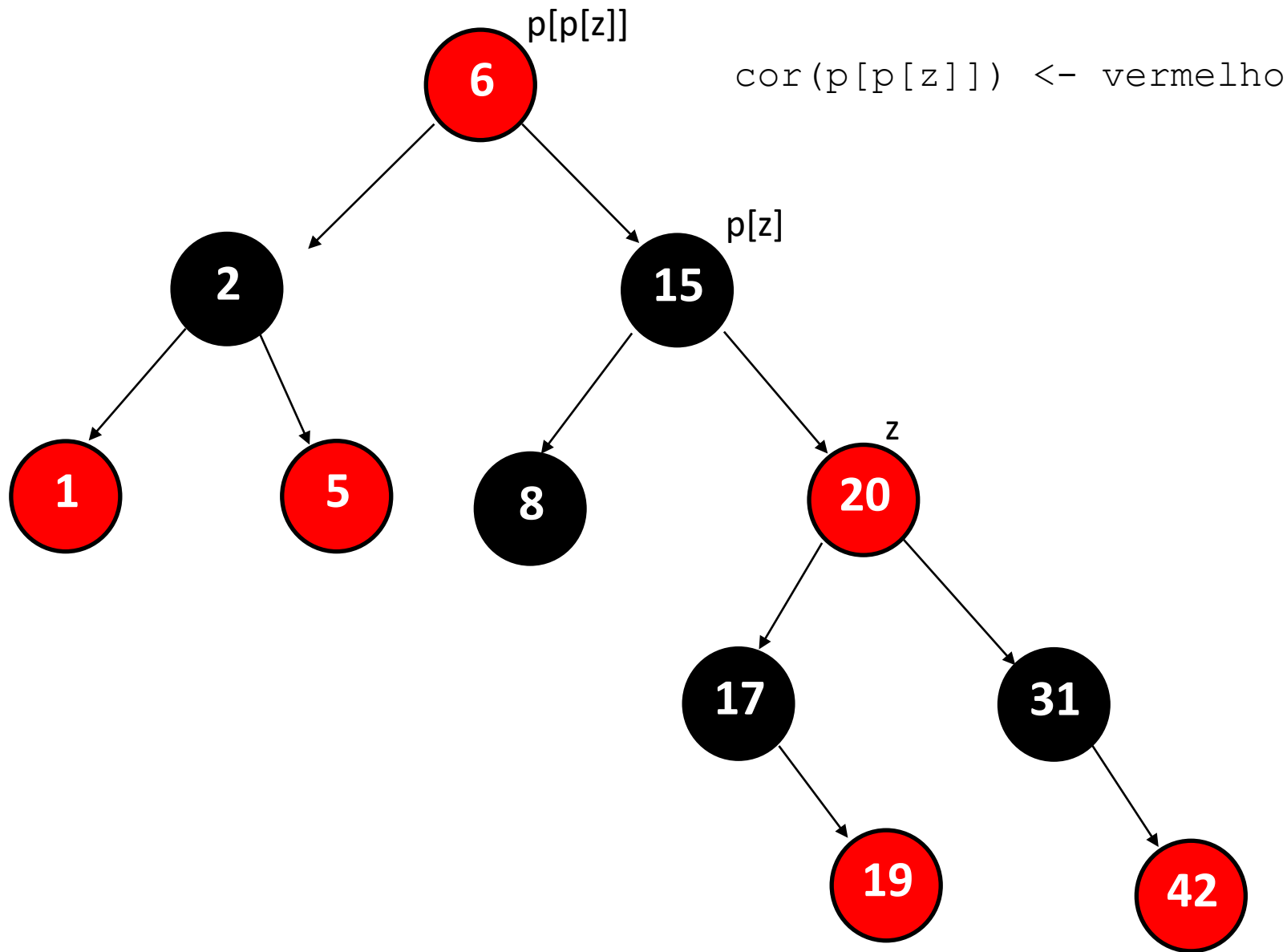


rotação_direita(T, z)



```
cor(p[z]) <- preto
```





`rotação_esquerda(T, p[p[z]])`

