Pesquisa e Ordenação de Dados

Unidade 2:

Ordenação Interna: Métodos Simples

Método de Ordenação

- Um método de ordenação é um **algoritmo** que tem por objetivo dispor um conjunto de valores de tal modo que, após o processo de ordenação, os dados satisfaçam à propriedade $v_1 \leq v_2 \leq v_3 \leq \ldots \leq v_n$ (ordenação crescente) ou $v_1 \geq v_2 \geq v_3 \geq \ldots \geq v_n$ (ordenação decrescente).
- Um método de ordenação pode ser aplicado a qualquer conjunto de dados cujos elementos sejam **comparáveis** - ou seja, onde seja possível determinar uma ordem entre os elementos
  - numérica, alfabética, cronológica, ...

Método de Ordenação

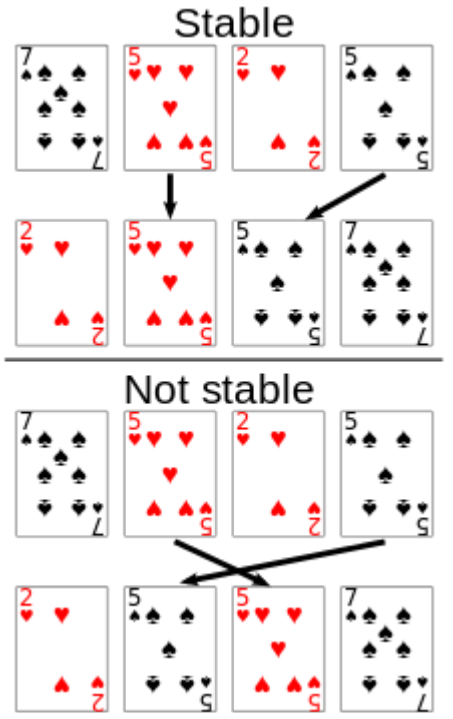
- Pode ser aplicado também a conjuntos de registros com vários campos
  - Neste caso, a ordenação incidirá sobre um dos campos, denominado **chave de ordenação**
    - ex: conjuntos de registros de alunos ordenados pelo campo número de matrícula

matricula: 5 nome: João cidade: Chapecó	matricula: 7 nome: Maria cidade: Chapecó	matricula: 8 nome: Pedro cidade: Xanxerê	matricula: 10 nome: Ana cidade: Chapecó	matricula: 11 nome: Pedro cidade: Xaxim	matricula: 15 nome: Bia cidade: Maravilha

  - Sempre que um algoritmo de ordenação, após comparar duas chaves, necessitar trocá-las de posição, lembre que é necessário trocar também todos os dados relativos àquela chave.

Características dos Métodos de Ordenação

- Estável x Não estável
  - Um método estável preserva a **ordem relativa** dos elementos que possuem o mesmo valor para a chave de ordenação.
  - Um método não estável não preserva esta ordem.



- *In place* (ou *in situ*)
  - Os valores são permutados **dentro da própria estrutura** original (vetor), com auxílio de algumas poucas variáveis escalares adicionais.

Ordenação Interna

- **Baseada em comparações:**
  - **Métodos simples**: implementações simples e fáceis de entender, porém, não tão eficientes
    - $O(n^2)$
    - Bubble Sort, Selection Sort, Insertion Sort
  - **Métodos eficientes:** utilizam estratégias e/ou estruturas de dados mais sofisticadas
    - O(n log n)
    - Merge Sort, Quick Sort, Heap Sort
- **Não baseada em comparações**:
  - **Métodos por contagem**
    - O(n)
    - Counting Sort, Radix Sort, Bucket Sort

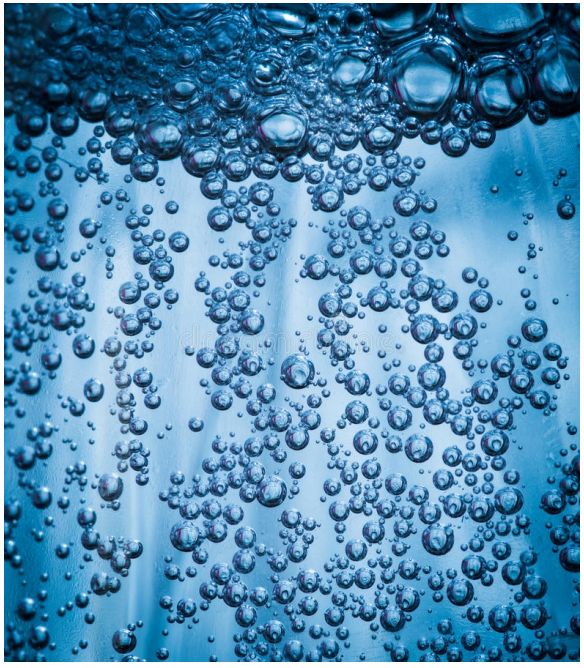
Convenções de notação para a disciplina

- Vamos descrever os algoritmos de ordenação considerando o seguinte cenário:
  - A entrada é um vetor de números inteiros chamado **A** cujos elementos precisam ser ordenados sempre de forma **crescente**;
  - A saída é o mesmo vetor **A** com seus elementos na ordem especificada;
  - Sendo **n** o número de elementos, os índices deste vetor sempre iniciam em **0** e vão até **n-1;**
  - Os passos necessários para a trocar dois elementos de posição não serão explicitados. Usaremos apenas a notação **troca(x, y)**;

Pesquisa e Ordenação de Dados

Unidade 3.1:

Bubble Sort

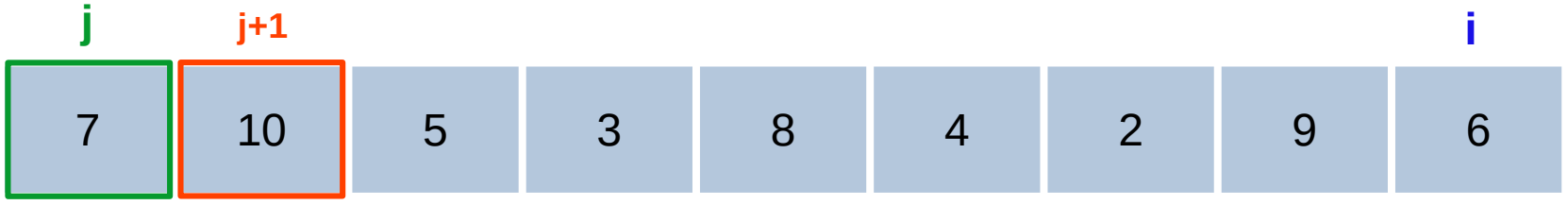


Bubble Sort

- Compara **pares de elementos adjacentes**; se o elemento da esquerda é maior do que o da direita, troca-os de posição (*swap*).
- Ordenação "**bolha**"
  - A cada iteração, os maiores elementos vão sendo deslocados para o final do vetor de forma contínua, passando por todas as posições no caminho
- Executa até **n – 1** iterações (dependendo da implementação)
- Cada iteração (ou varredura):
  - Percorre a lista a partir do início, comparando cada elemento com seu sucessor, trocando-os de posição se estiverem fora de ordem;
  - A iteração termina quando encontra um elemento que já foi posicionado (parte ordenada);
- Ao final da iteração **K**, os **K** maiores elementos estarão nas **K** últimas posições, em ordem crescente.

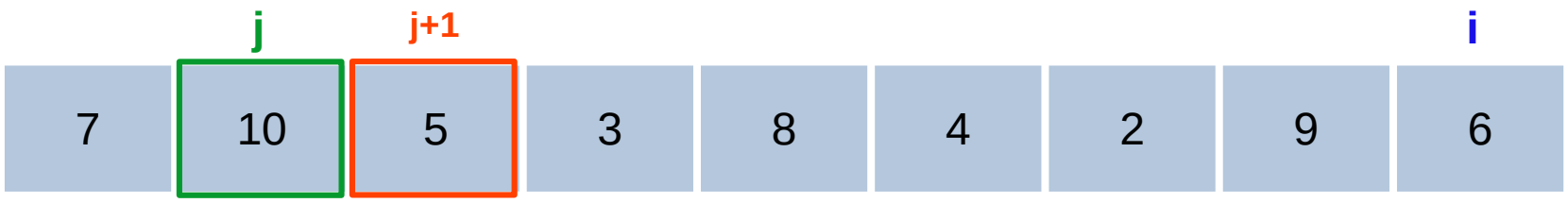
Bubble Sort
Exemplo (1)

Iteração 1



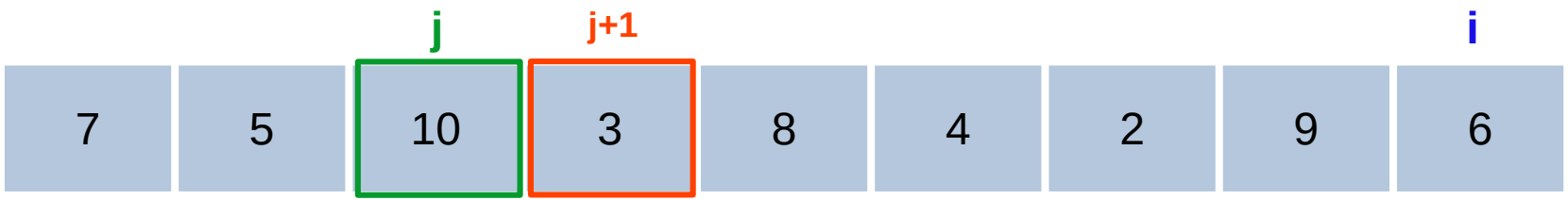
Bubble Sort
Exemplo (2)

Iteração 1



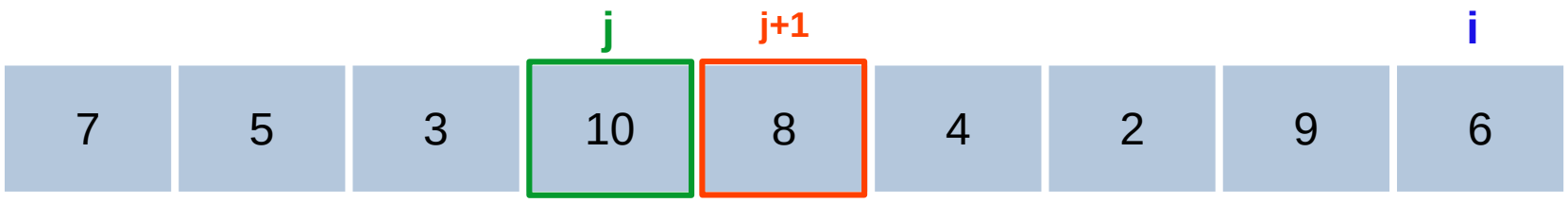
Bubble Sort
Exemplo (3)

Iteração 1



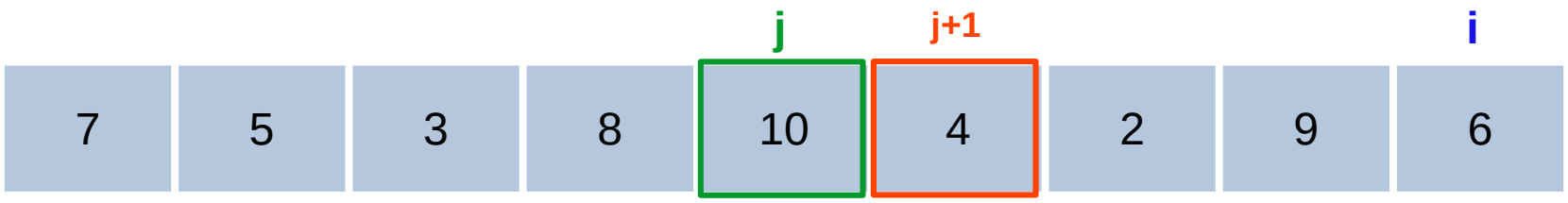
Bubble Sort
Exemplo (4)

Iteração 1



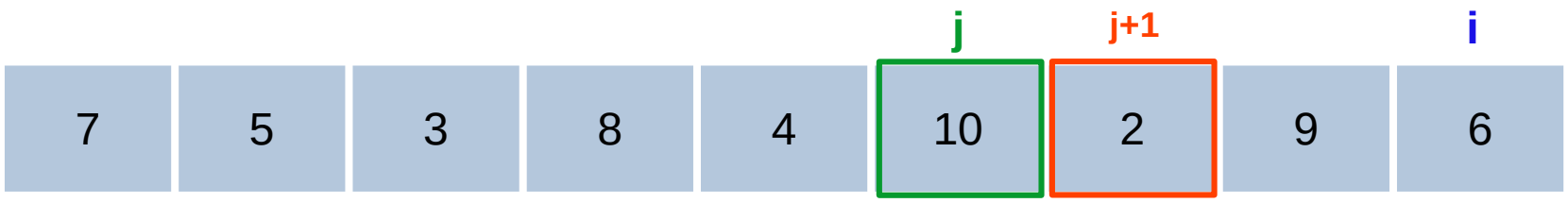
Bubble Sort
Exemplo (5)

Iteração 1



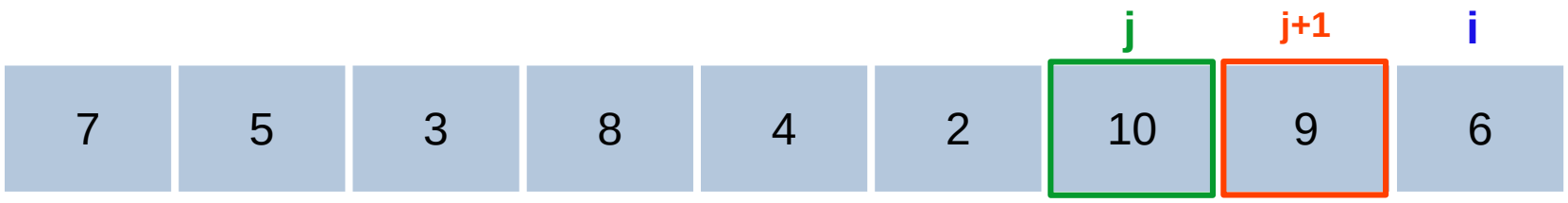
Bubble Sort
Exemplo (6)

Iteração 1



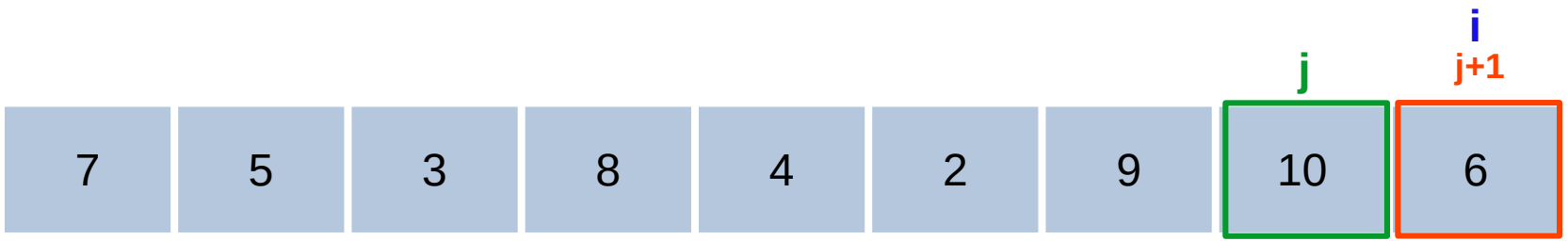
Bubble Sort
Exemplo (7)

Iteração 1



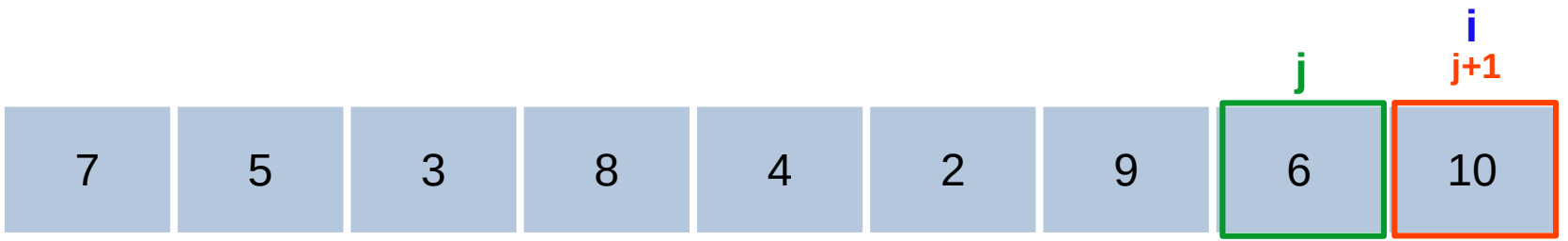
Bubble Sort
Exemplo (8)

Iteração 1



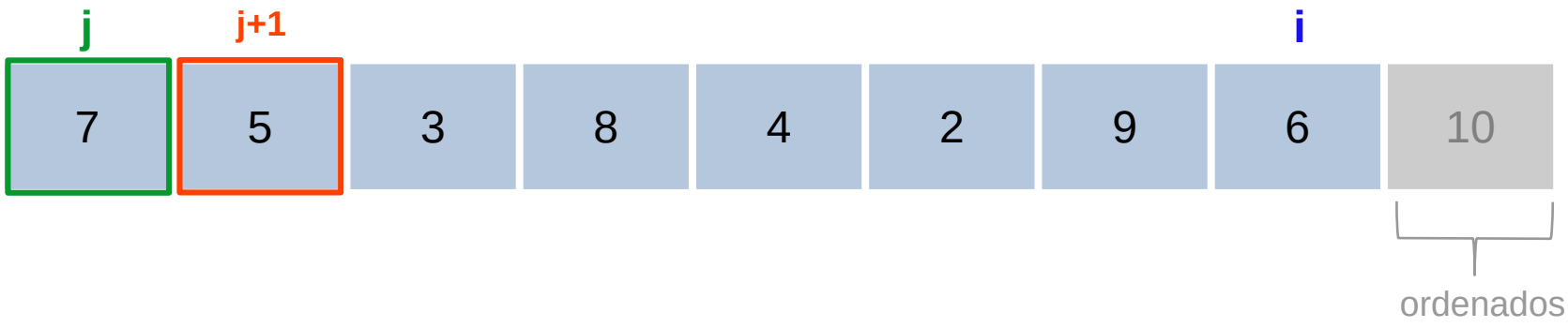
Bubble Sort
Exemplo (9)

Iteração 1



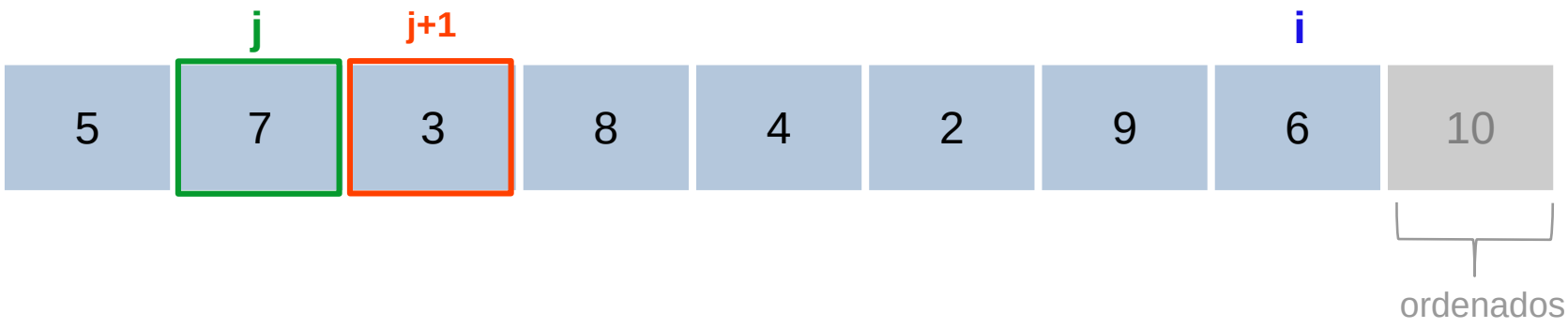
Bubble Sort
Exemplo (10)

Iteração 2



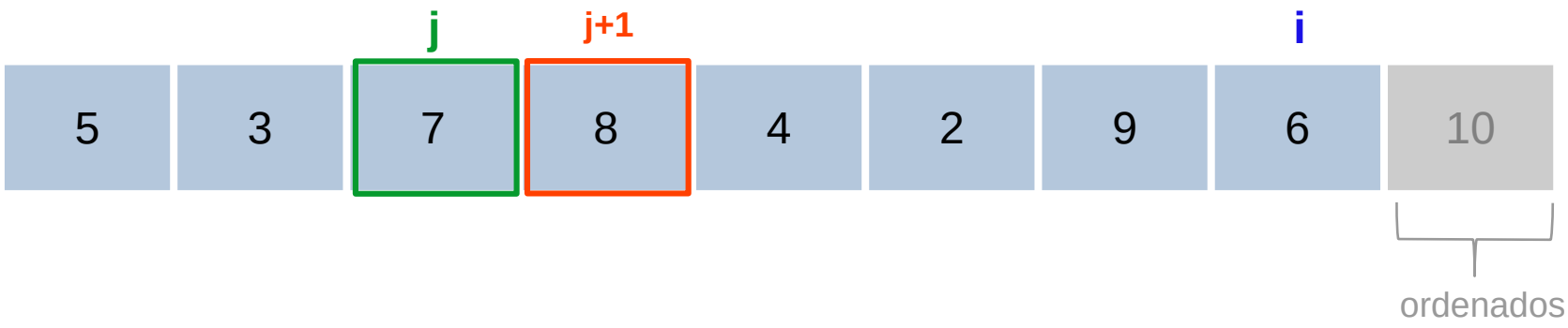
Bubble Sort
Exemplo (11)

Iteração 2



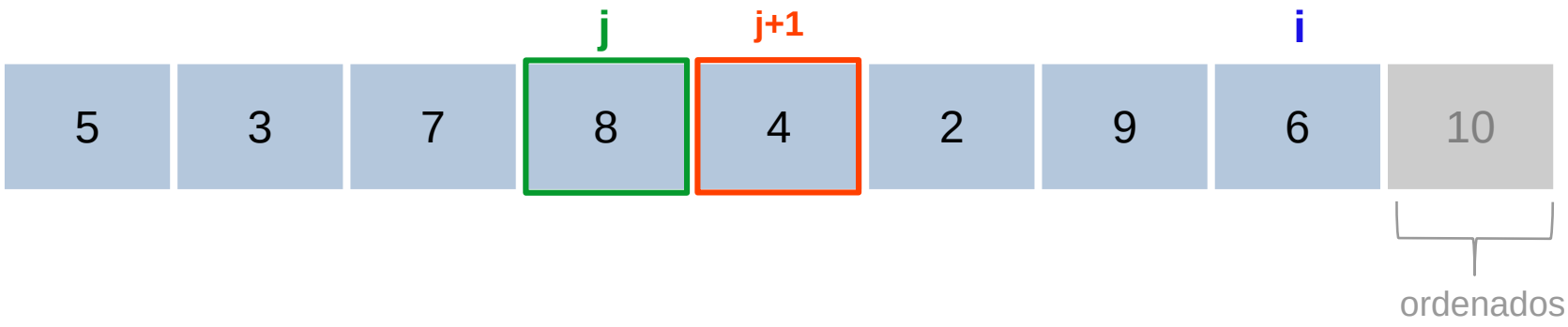
Bubble Sort
Exemplo (12)

Iteração 2



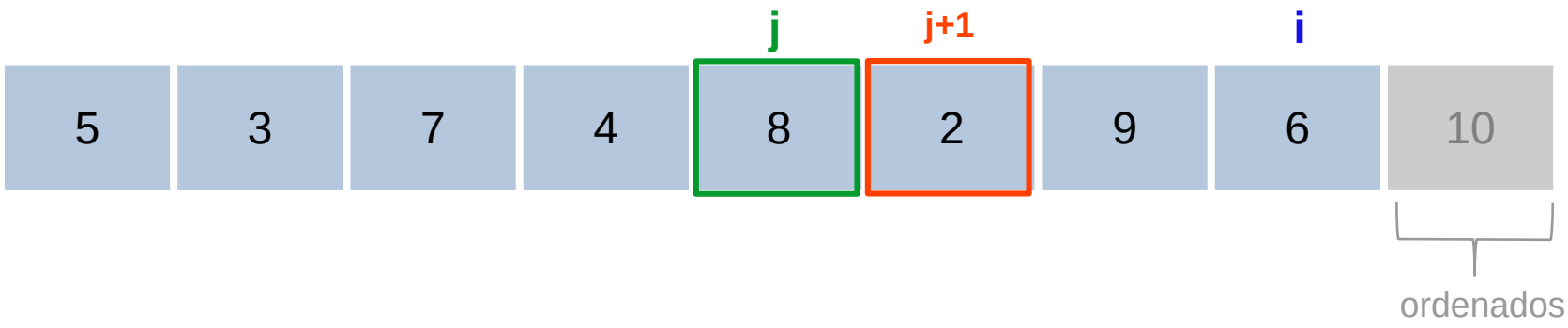
Bubble Sort
Exemplo (13)

Iteração 2



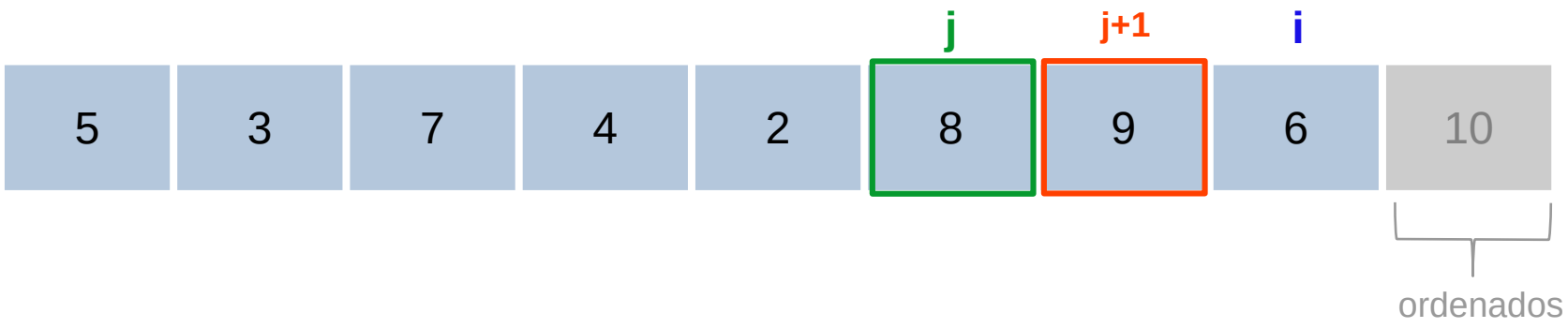
Bubble Sort
Exemplo (14)

Iteração 2



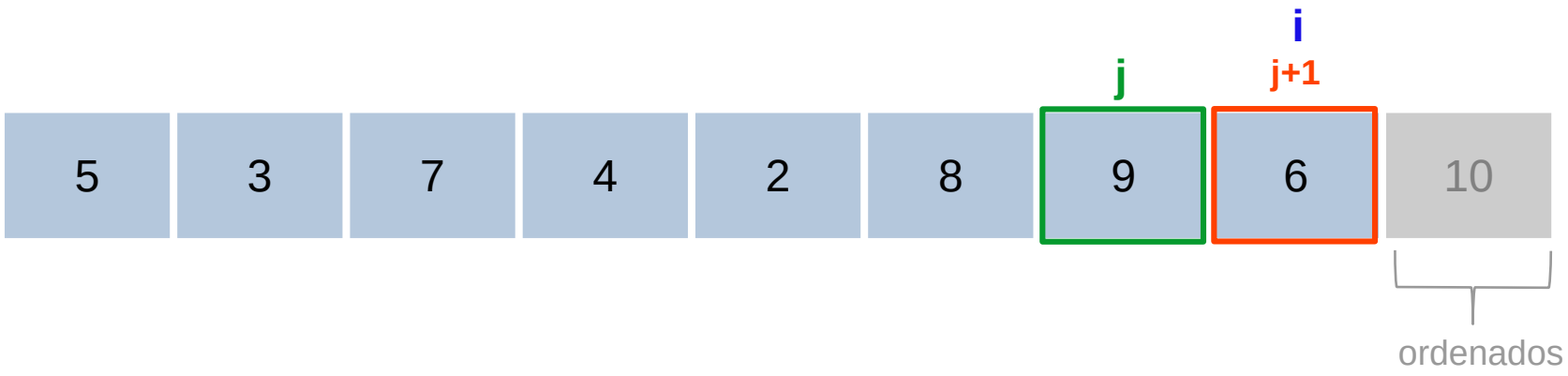
Bubble Sort
Exemplo (15)

Iteração 2



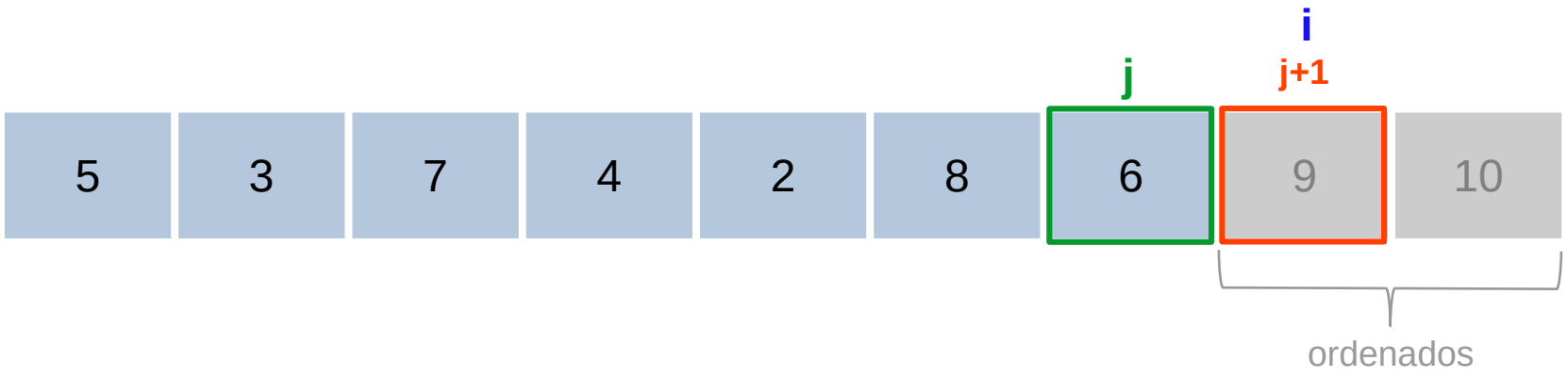
Bubble Sort
Exemplo (16)

Iteração 2



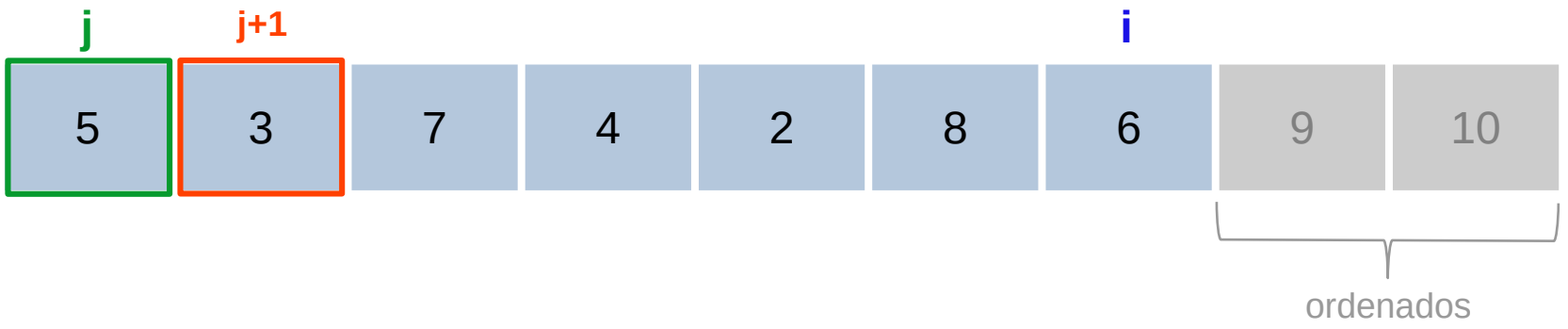
Bubble Sort
Exemplo (17)

Iteração 2



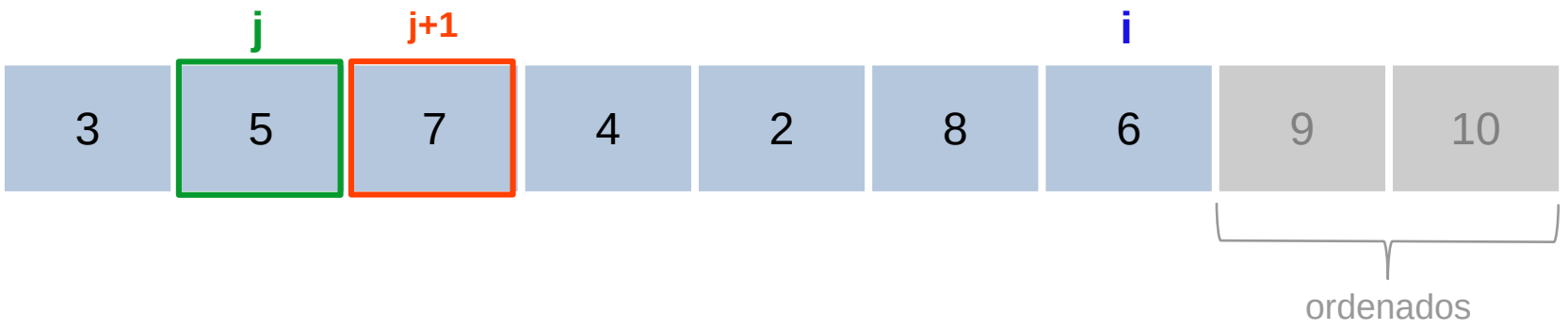
Bubble Sort
Exemplo (18)

Iteração 3



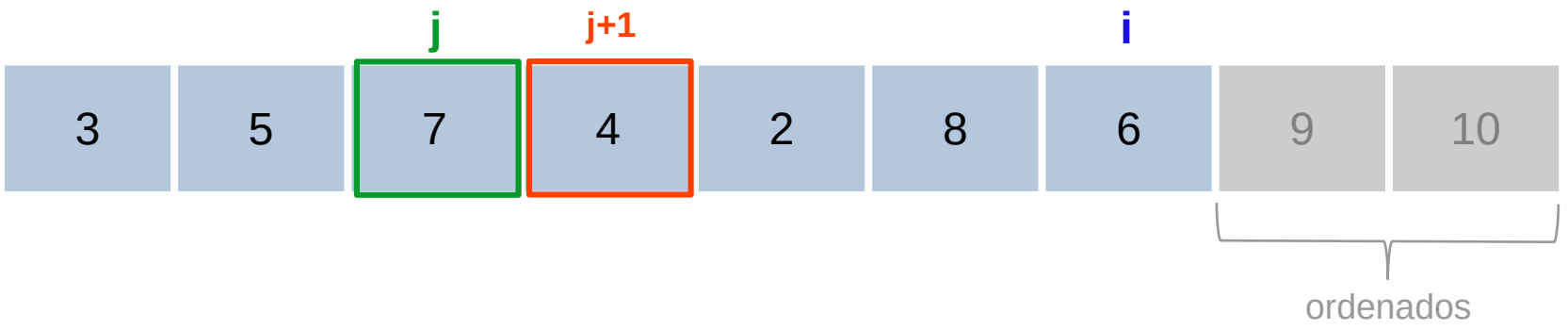
Bubble Sort
Exemplo (19)

Iteração 3



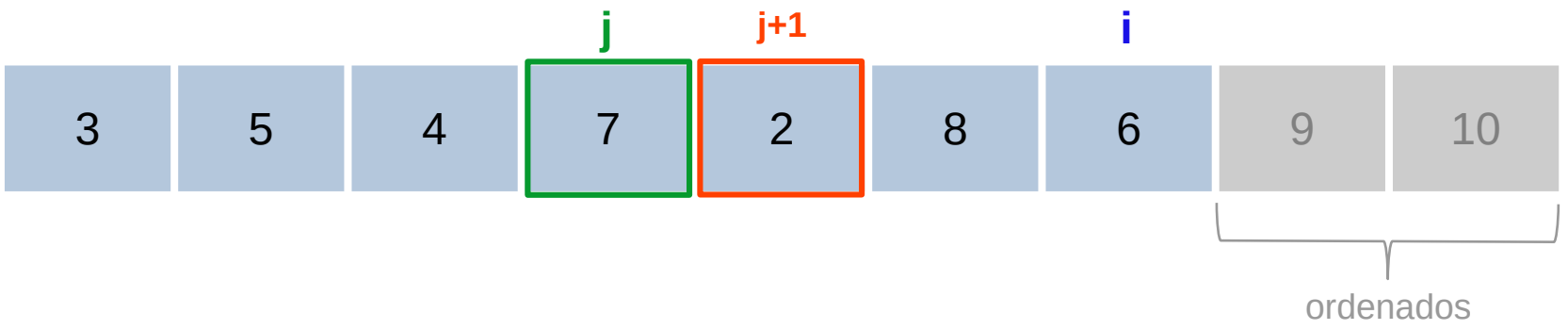
Bubble Sort
Exemplo (20)

Iteração 3



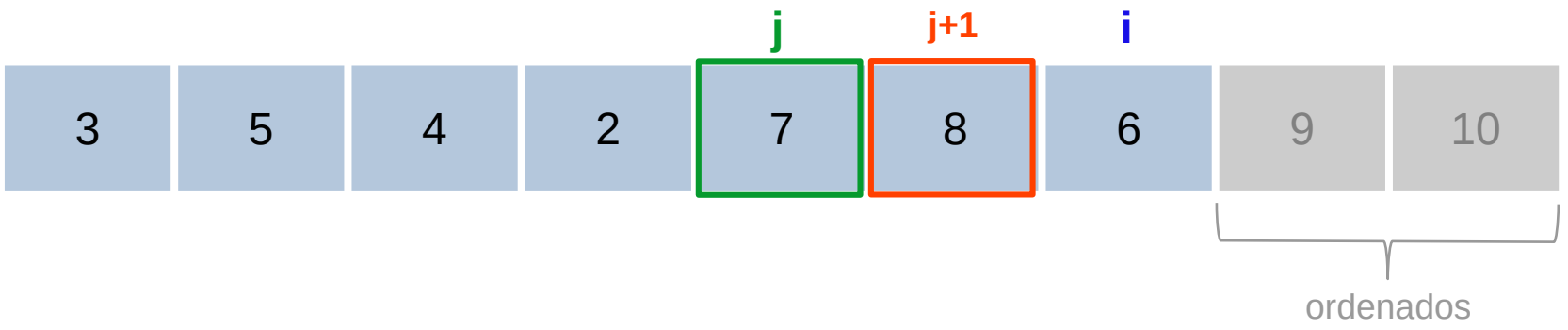
Bubble Sort
Exemplo (21)

Iteração 3



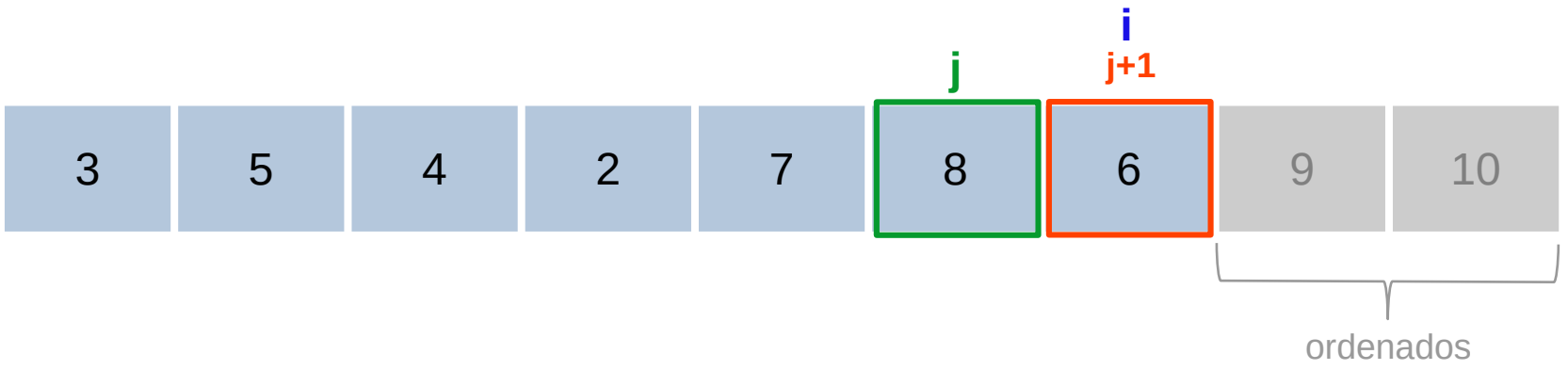
Bubble Sort
Exemplo (22)

Iteração 3



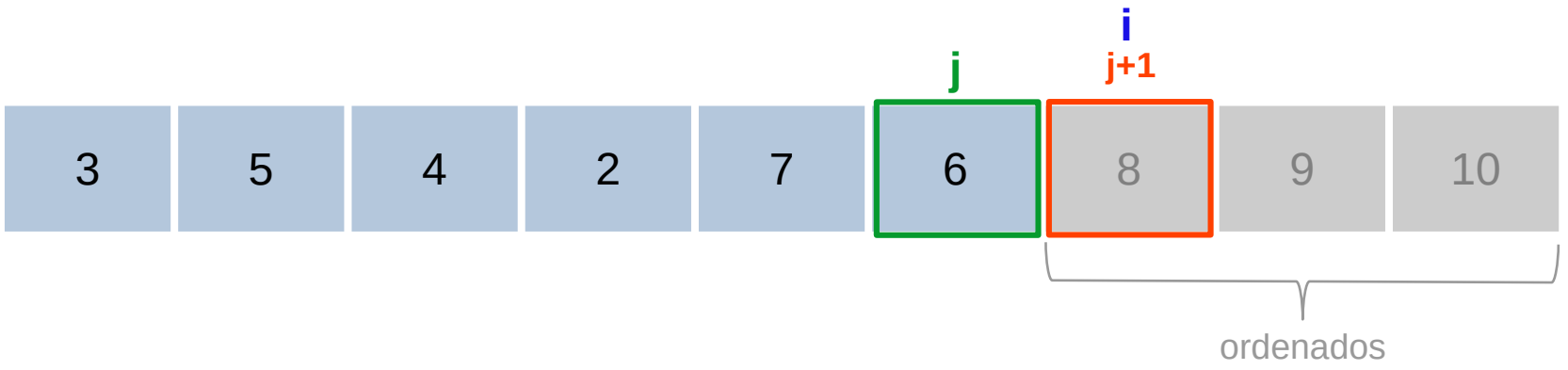
Bubble Sort
Exemplo (23)

Iteração 3



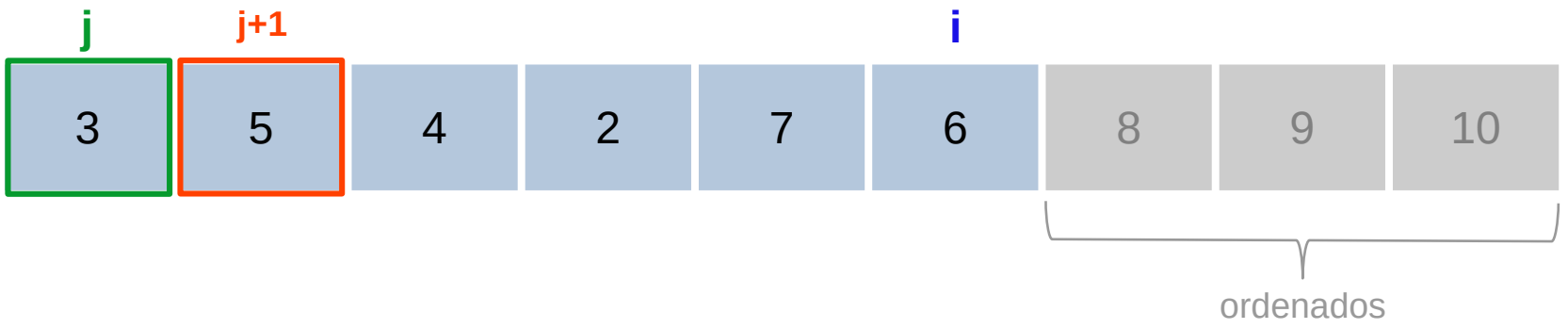
Bubble Sort
Exemplo (24)

Iteração 3



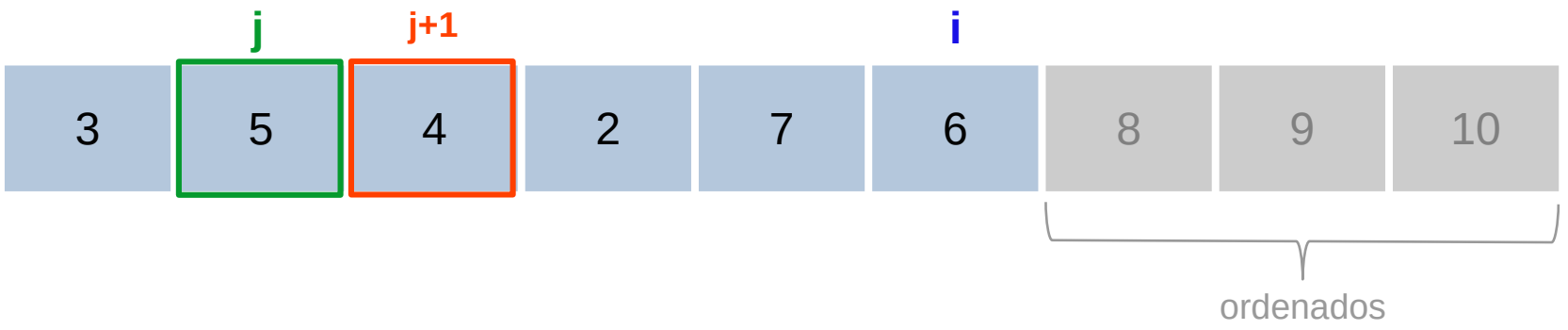
Bubble Sort
Exemplo (25)

Iteração 4



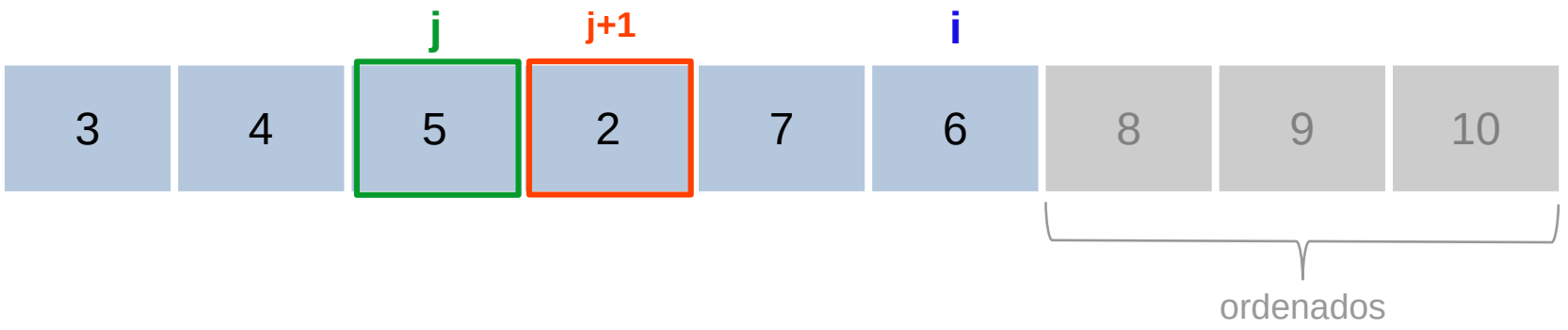
Bubble Sort
Exemplo (26)

Iteração 4



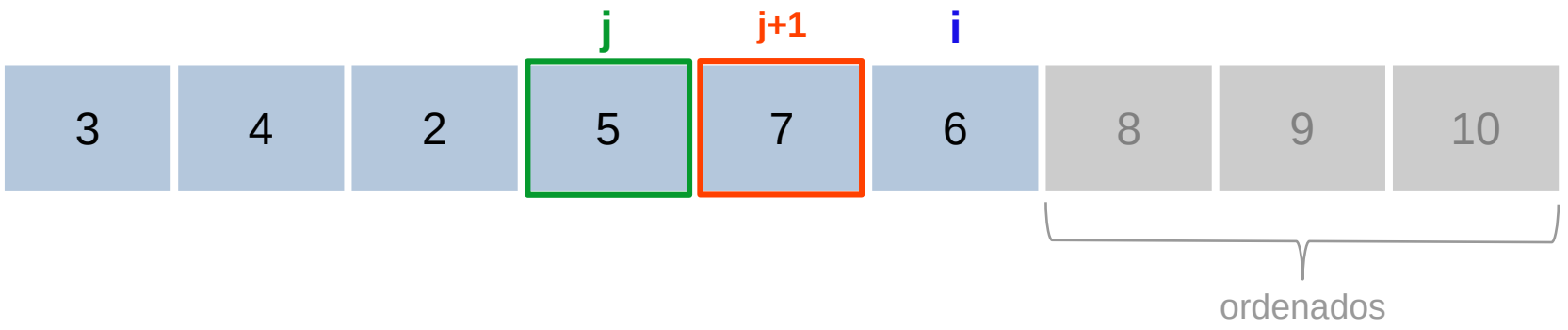
Bubble Sort
Exemplo (27)

Iteração 4



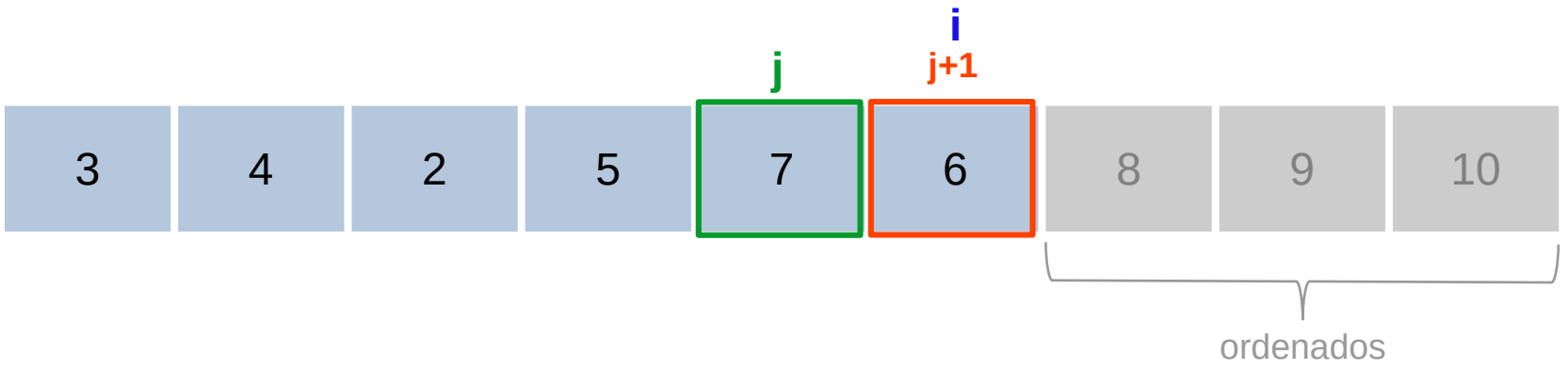
Bubble Sort
Exemplo (28)

Iteração 4



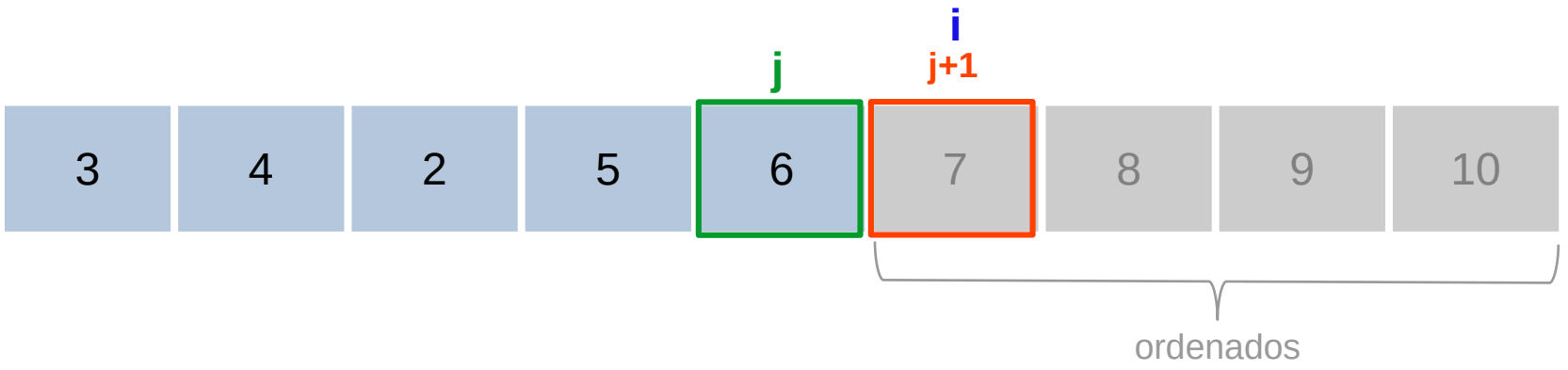
Bubble Sort
Exemplo (29)

Iteração 4



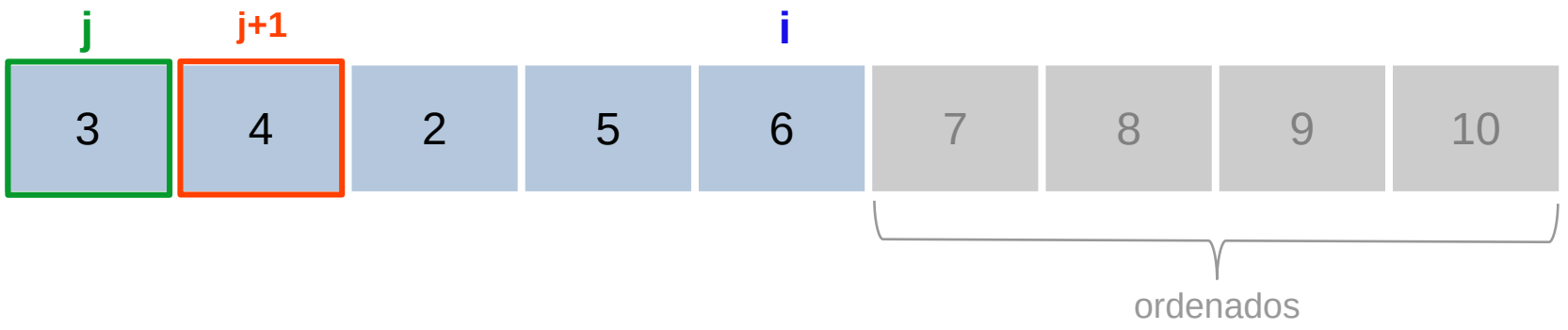
Bubble Sort
Exemplo (30)

Iteração 4



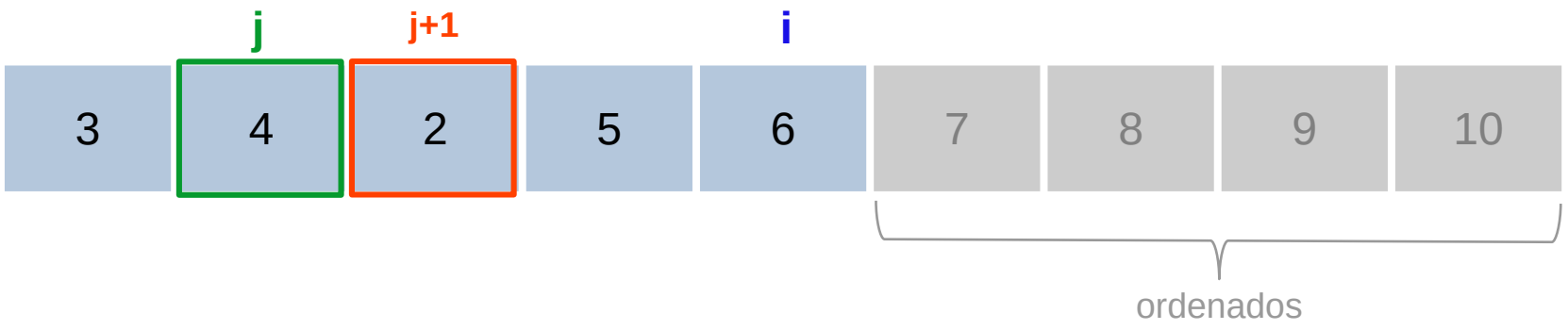
Bubble Sort
Exemplo (31)

Iteração 5



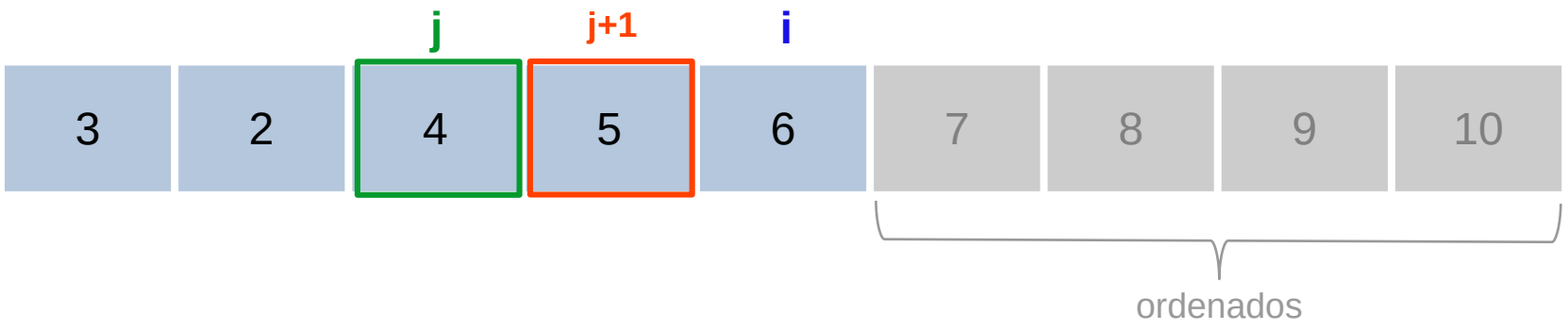
Bubble Sort
Exemplo (32)

Iteração 5



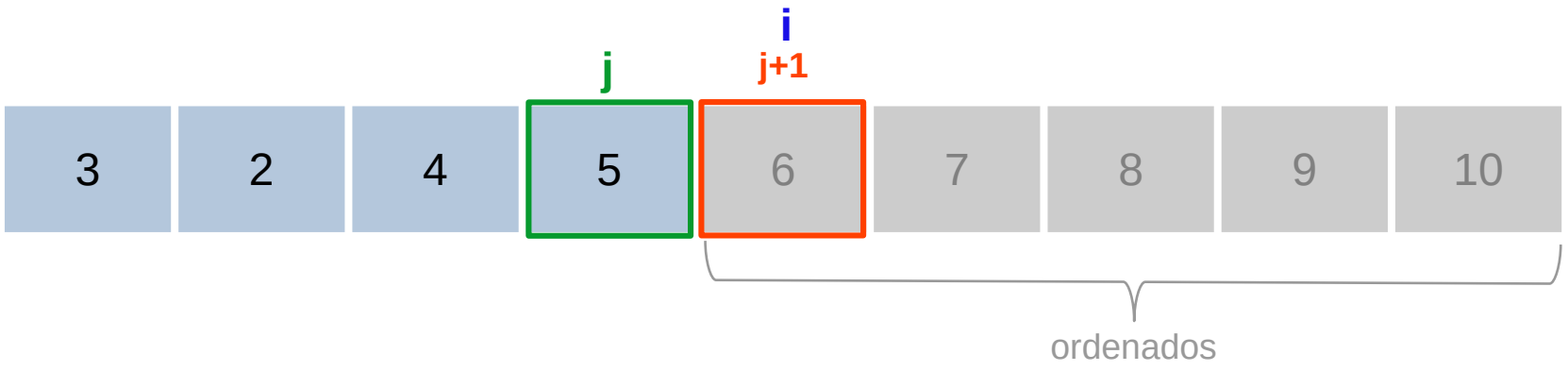
Bubble Sort
Exemplo (33)

Iteração 5



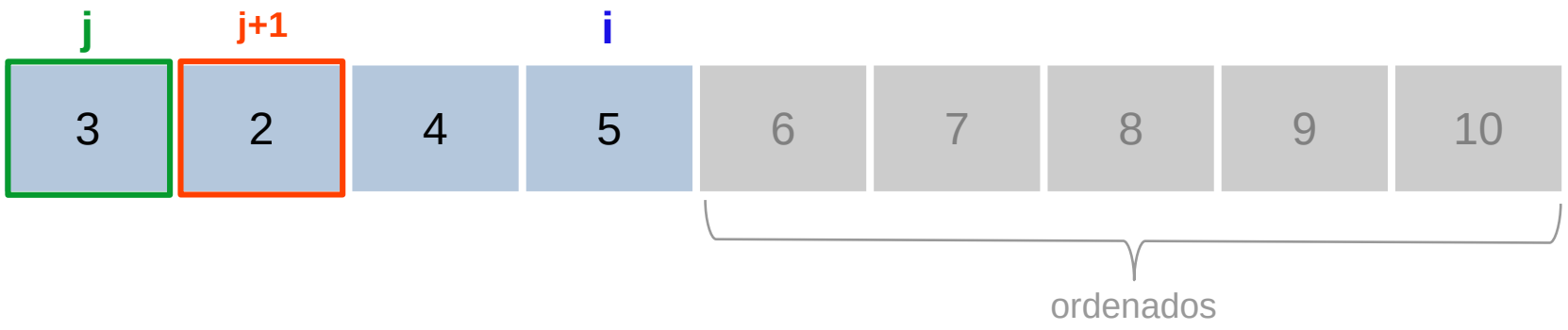
Bubble Sort
Exemplo (34)

Iteração 5



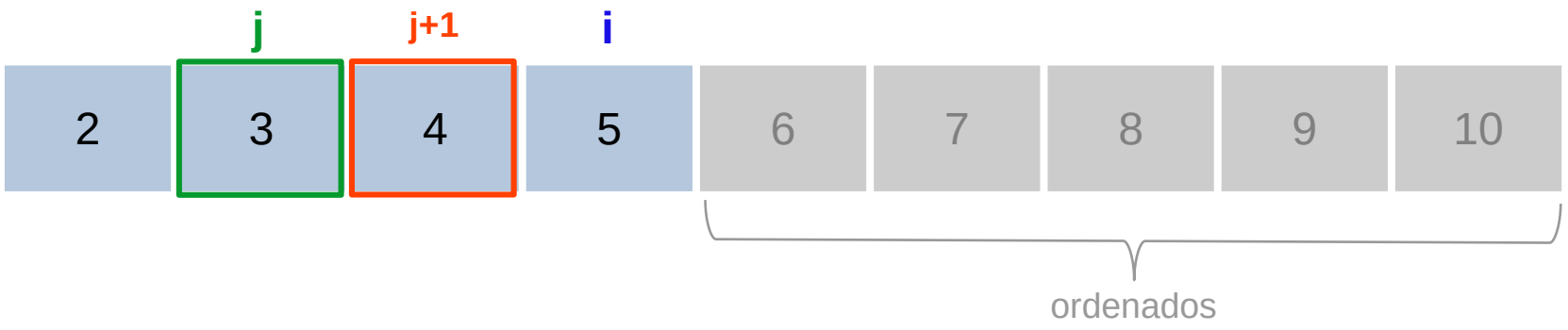
Bubble Sort
Exemplo (35)

Iteração 6



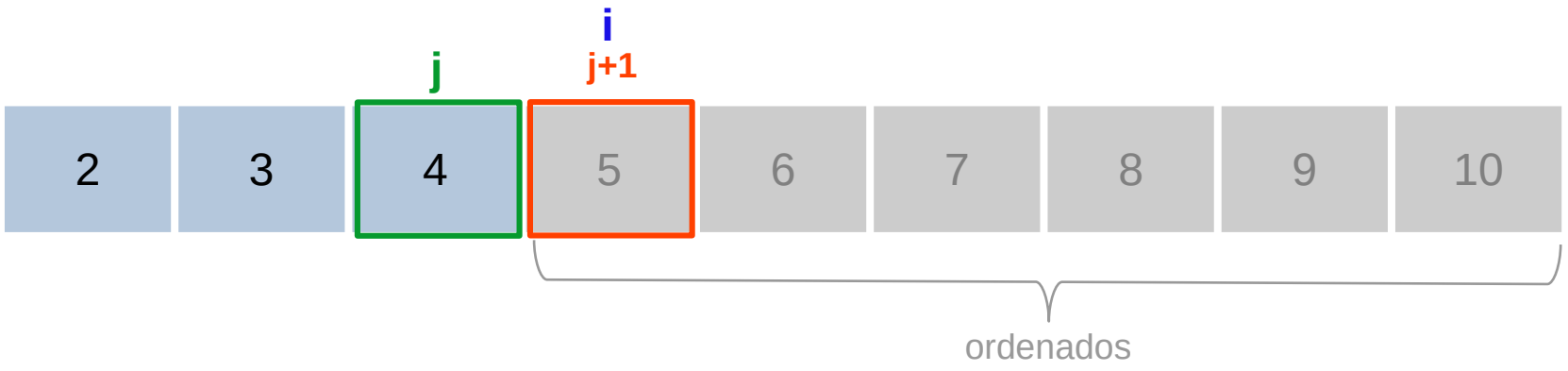
Bubble Sort
Exemplo (36)

Iteração 6



Bubble Sort
Exemplo (37)

Iteração 6

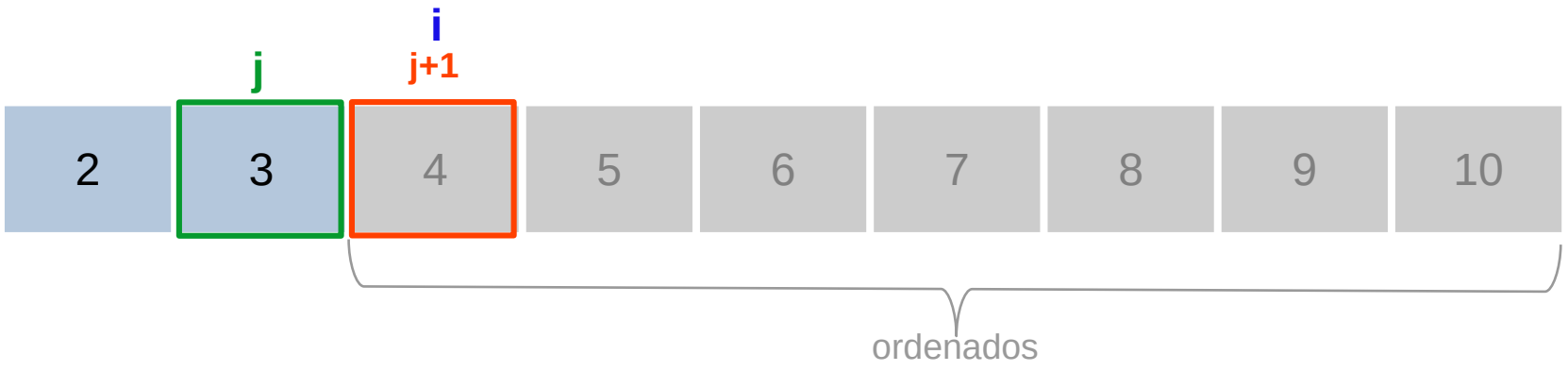


Bubble Sort
Exemplo (38)

Iteração 7

Bubble Sort
Exemplo (39)

Iteração 7



Bubble Sort
Exemplo (40)

Iteração 8

Bubble Sort
Exemplo (41)

2	3	4	5	6	7	8	9	10

ordenados

FIM

Bubble Sort
Pseudocódigo

```
Algoritmo Bubble
início
    para i de n-1 até 1 faça
        para j de 0 até i-1 faça
            se A[j] >A[j+1] então
                troca(A[j], A[j+1])
            fimSe
        fimPara
    fimPara
fimAlgoritmo
```

Iteração interna: compara elementos aos pares.
j varia do início até o último elemento da parte não ordenada

Iteração do método.
i controla o fim da parte não ordenada
(varia da última posição até a segunda)

Bubble Sort
Outro Exemplo

- Observe este exemplo de ordenação usando o algoritmo anterior:

	0	1	2	3	$\overline{4}$	5
Lista:	9	4	5	10	$\overline{5}$	8
1ª it.	4	5	9	$\overline{5}$	8	10
2ª it.	4	5	$\overline{5}$	8	9	10
3ª it.	4	5	$\overline{5}$	8	9	10
4ª it.	4	5	$\overline{5}$	8	9	10
5ª it.	4	5	$\overline{5}$	8	9	10

Neste ponto os dados já estão ordenados e o algoritmo não precisaria continuar.
Vamos melhorar este algoritmo para detectar se houve ou alguma troca durante a iteração.

Observe que o algoritmo é estável: 5 vinha antes de $\overline{5}$ e assim se manteve

Bubble Sort – versão com Flag

Pseudocódigo

```
Algoritmo Bubble com Flag
Início
   para i de n-1 até 1 faça
      flag = falso
      para j de 0 até i-1 faça
         se A[j] > a[j+1] então
            troca(A[j], A[j+1])
            flag = verdadeiro
         fimSe
      fimPara
      se flag = falso então
         interrompa
      fimSe
   fimPara
fimAlgoritmo
```

Flag = falso significa que a iteração anterior não resultou em nenhuma troca, ou seja, os elementos já estão em ordem.

Bubble Sort
Análise

- Algoritmo de ordem quadrática → **$O(n^2)$**
  - não é recomendado para programas que precisem de velocidade e operem com quantidade elevada de dados.
- Número de comparações: **$(n^2 – n) / 2$**
- Versão sem flag é sempre quadrática
- Versão com flag é sensível ao tipo de lista:
  - Melhor caso: se a lista já estiver ordenada, será feita apenas 1 iteração, então o tempo será O(n)
  - Pior caso: menor elemento está na última posição, então o tempo será $O(n^2)$
  - Caso médio: $O(n^2)$

Bubble Sort
Análise

- Complexidade de espaço constante, pois utiliza apenas 3 variáveis adicionais (i, j e um auxiliar para a troca), sendo portanto um algoritmo ***in place.***
- Algoritmo **estável**, pois a troca não ocorre quando os valores das chaves são iguais, mantendo assim sua ordem relativa.
- Os elementos se movem 1 posição por vez (não há “saltos”).
- Elementos que já estão em sua posição final são movidos para depois retornarem
  - Observe o que acontece com o elemento 9 nos slides 15 e 16.