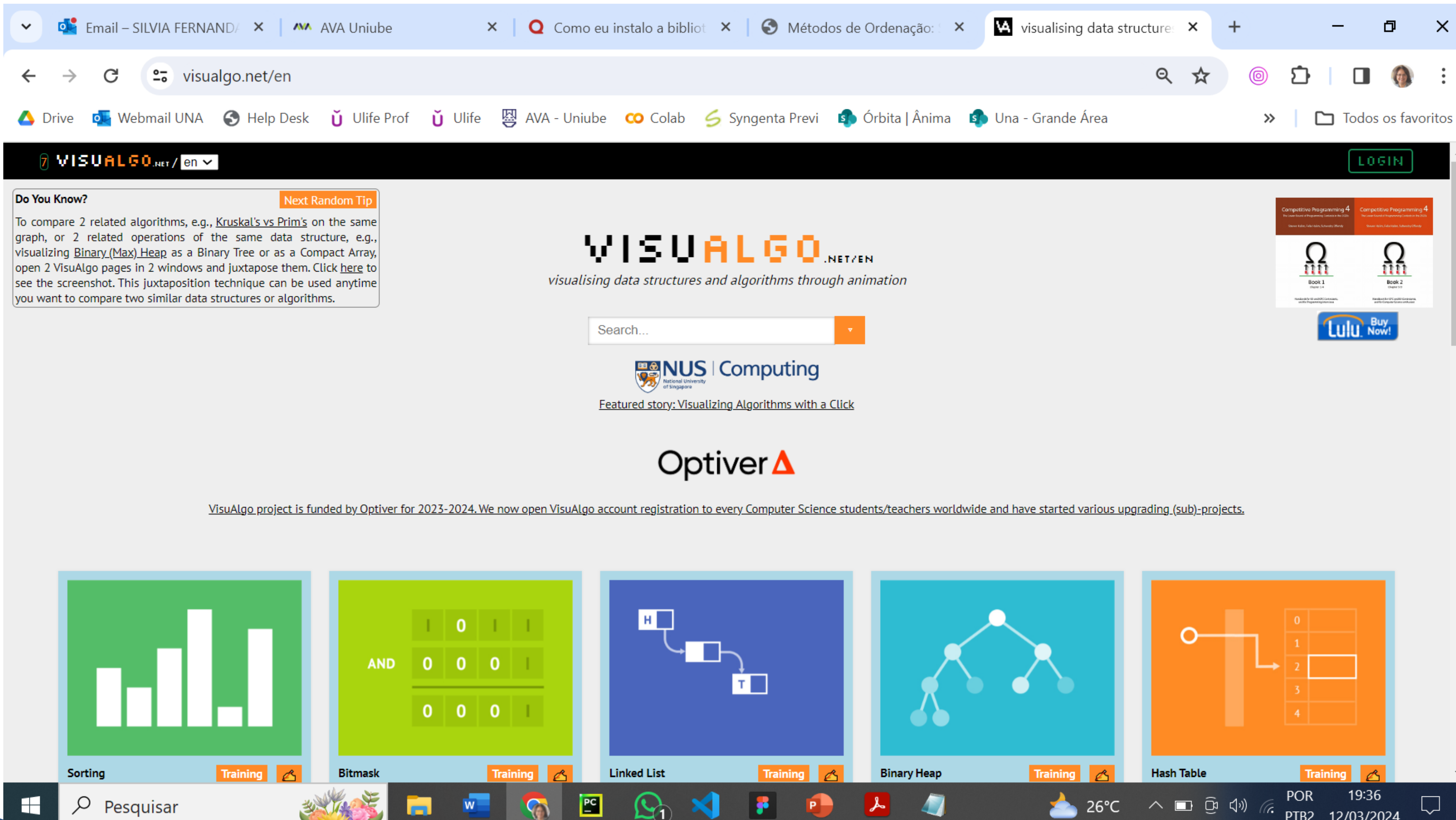
Estruturas de Dados 2

Prof. Silvia Brandão

2024.1

Bora lá brincar?...



https://visualgo.net/en/sorting

Método *Insertion Sort* (ordenação por inserção)

- Também conhecido como ordenação por inserção direta.
  - Similar a ordenação de cartas de baralho com as mãos
  - Pegue uma carta de cada vez e a insira em seu devido lugar, sempre deixando as cartas da mão em ordem.

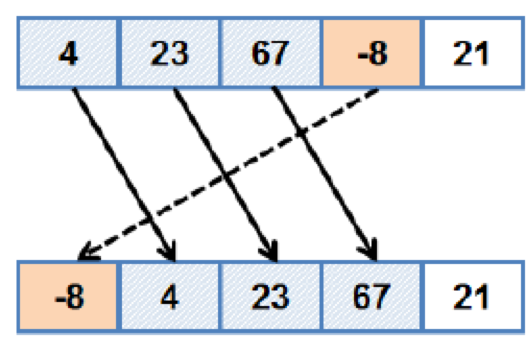
- Funcionamento
  - O algoritmo percorre o array e para cada posição X verifica se o seu valor está na posição correta
    - Isso é feito andando para o começo do array a partir da posição X e movimentando uma posição para frente os valores que são maiores do que o valor da posição X
    - Desse modo, teremos uma posição livre para inserir o valor da posição X em seu devido lugar

Insertion Sort – algoritmo

```
ALGORITMO INSERÇÃO
  ENTRADA: UM VETOR V COM N POSIÇÕES
  SAÍDA: O VETOR V EM ORDEM CRESCENTE

  PARA i = 1 até n - 1
      PIVO = V[i]
      j = i - 1
      ENQUANTO j ≥ 0 e V[j] > PIVO
             V[j+1] = V[j]
             j = j - 1
      V[j+1] = PIVO
FIM {INSERÇÃO}
```

Move as cartas maiores para frente e insere na posição vaga



Insertion Sort – algoritmo

- **Vantagens:**
  - Fácil implementação.
  - Na prática, é mais eficiente que a maioria dos algoritmos de ordem quadrática, como o selection sort e o bubble sort.
  - É um bom método quando se desejar adicionar poucos elementos em um arquivo já ordenado, pois seu custo é linear.
  - Um dos mais rápidos algoritmos de ordenação para conjuntos pequenos de dados; superando inclusive o quick sort.
  - Estável: não altera a ordem dos dados iguais.
  - Online
    - Pode ordenar elementos a medida que os recebe (tempo real).
    - Não precisa ter todo o conjunto de dados para colocá-los em ordem.
- **Desvantagens:**
    - Alto custo de movimentação de elementos no vetor.

Insertion Sort – algoritmo

- **Complexidade:**
  - Considerando um array com N elementos, o tempo de execução é:
    - $O(n)$, melhor caso: os elementos já estão ordenados.
    - $O(n^2)$, pior caso: os elementos estão ordenados na ordem inversa.
    - $O(n^2)$, caso médio.

Algoritmo	Tempo		
	Melhor	Médio	Pior
Bubble sort	$O(n)$	$O(n^2)$	$O(n^2)$
Insertion sort	$O(n)$	$O(n^2)$	$O(n^2)$
Selection sort	$O(n^2)$	$O(n^2)$	$O(n^2)$
Merge sort	$O(n \log_2 n)$	$O(n \log_2 n)$	$O(n \log_2 n)$
Quick sort	$O(n \log n)$	$O(n \log n)$	$O(n^2)$

Resumo dos métodos simples de ordenação

- Não existe um algoritmo de ordenação que seja o melhor em todas as possíveis situações.
- Para escolher o algoritmo mais adequado para uma dada situação, precisamos verificar as características específicas dos elementos que devem ser ordenados.
- Por exemplo:
  - Se os elementos a serem ordenados forem grandes, por exemplo, registros acadêmicos de alunos, o Selection Sort pode ser uma boa escolha, já que ele efetuará, no pior caso, muito menos trocas que o Insertion Sort ou o Bubble Sort.
  - Se os elementos a serem ordenados estiverem quase ordenados (situação relativamente comum), o Insertion Sort realizará muito menos operações (comparações e trocas) do que o Selection Sort ou o Bubble Sort.

Bubble Sort - Análise de Complexidade

```python
def bubbleSort(lista):
  n = len(lista)
  for i in range(n - 1, 0, -1):
    for j in range(i):
      if lista[j] > lista[j + 1]:
        (lista[j], lista[j + 1]) = (lista[j + 1], lista[j])
```

- Número máximo de comparações entre elementos da lista:

$$f(n) = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=0}^{i-1} 1 = \sum_{i=1}^{n-1} i = (n-1)\frac{n}{2} = \frac{n^2 - n}{2}$$

- Número máximo de trocas entre elementos da lista:

$$f(n) = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{i=0}^{i-1} 1 = \sum_{i=1}^{n-1} i = (n-1)\frac{n}{2} = \frac{n^2 - n}{2}$$

- Número mínimo de comparações entre elementos da lista:

$$f(n) = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=0}^{i-1} 1 = \sum_{i=1}^{n-1} i = (n-1)\frac{n}{2} = \frac{n^2 - n}{2}$$

- Número mínimo de trocas entre elementos da lista:

$$f(n) = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=0}^{i-1} 0 = 0$$

Selection Sort - Análise de Complexidade

```python
def selectionSort(lista):
  n = len(lista)
  for i in range(n - 1):
    minimo = indiceMenor(lista, i)
    (lista[i], lista[minimo]) = (lista[minimo], lista[i])
```

- Número máximo de comparações entre elementos da lista:

$$f(n) = \sum_{i=0}^{n-2} \sum_{j=i+1}^{n-1} 1 = \sum_{i=0}^{n-2} n - i - 1 = \sum_{i=1}^{n-1} i = (n-1)\frac{n}{2} = \frac{n^2 - n}{2}$$

- Número máximo de trocas entre elementos da lista:

$$f(n) = \sum_{i=0}^{n-2} 1 = n - 1$$

- Número mínimo de comparações entre elementos da lista:

$$f(n) = \sum_{i=0}^{n-2} \sum_{j=i+1}^{n-1} 1 = \sum_{i=0}^{n-2} n - i - 1 = \sum_{i=1}^{n-1} i = (n-1)\frac{n}{2} = \frac{n^2 - n}{2}$$

- Número mínimo de trocas entre elementos da lista:

$$f(n) = \sum_{i=0}^{n-2} 1 = n - 1$$

Insertion Sort - Análise de Complexidade

```python
def insertionSort(lista):
  n = len(lista)
  for i in range(1, n):
    insertion(lista, i)
```

```python
def insertion(lista, i):
  aux = lista[i]
  j = i - 1
  while (j >= 0) and (lista[j] > aux):
    lista[j + 1] = lista[j]
    j = j - 1
  lista[j + 1] = aux
```

função insertion de forma ainda mais simples

```python
def insertion(lista, i):
  j = i - 1
  while (j >= 0) and (lista[j] > lista[i]):
    j = j - 1
  lista[j + 1:i + 1] = [lista[i]] + lista[j + 1:i]
```

- Número máximo de comparações entre elementos da lista:

$$f(n) = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=0}^{i-1} 1 = \sum_{i=1}^{n-1} i = (n-1)\frac{n}{2} = \frac{n^2 - n}{2}$$

- Número máximo de modificações realizadas na lista:

$$f(n) = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=0}^{i} 1 = \sum_{i=1}^{n-1} (i+1) = (n-1)\frac{n+2}{2} = \frac{n^2+n}{2} - 1$$

- Número mínimo de comparações entre elementos da lista:

$$f(n) = \sum_{i=1}^{n-1} 1 = n - 1$$

- Número mínimo de modificações realizadas na lista:

$$f(n) = \sum_{i=1}^{n-1} 1 = n - 1$$

Prática

- Implemente o método *Insertion Sort* junto aos códigos anteriores. Compare o tempo de cada ordenação para cada estrutura de dados.

Próxima aula

- Avaliação contínua da implementação dos métodos de ordenação simples (Bubble, Selection e Insertion).