

MAC0113 - Introdução à Computação para Ciências Humanas

Aula 21 - 1

Sejam bem-vindas, sejam bem-vindos!

**Entre no link <https://app.sli.do/event/qdvdauwH> ou
e faça suas perguntas da aula.**



R. Hirata Jr.

MAC0113 - Introdução à Computação para Ciências Humanas

Aula 21 - 2

Sejam bem-vindas, sejam bem-vindos!

**Entre no link <https://app.sli.do/event/seqjz5w1> ou
e faça suas perguntas da aula.**



R. Hirata Jr.

Objetivos de hoje

- Ao final da aula você deve ter entendido mais um algoritmo de ordenação clássico
- Funções recursivas
- Funções próprias vs funções do R

- Para quem quiser saber mais, veja o texto dos professores Valdemar Setzer e Fabio Carvalheiro:
- www.ime.usp.br/~vwsetzer/alg/algoritmos.html

O jogo

- Partindo de oito cartas/números, vamos escrever um algoritmo para colocá-las em ordem crescente.
- Regras do jogo:
 - Você pode examinar o conteúdo de uma carta
 - Você pode comparar o conteúdo de duas cartas
 - Você pode trocar o conteúdo de duas posições

O jogo

- Regras do jogo:
 - Você pode examinar o conteúdo de uma carta
 - Você pode comparar o conteúdo de duas cartas
 - Você pode trocar o conteúdo de duas posições

9	3	-5	-1	8	5	0	-9
1	2	3	4	5	6	7	8

Uma outra proposta

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

Compare $V[5]$ com $V[6]$ e troque se $V[5] > V[6]$

Compare $V[6]$ com $V[7]$ e troque se $V[6] > V[7]$

Compare $V[7]$ com $V[8]$ e troque se $V[7] > V[8]$

Simulando

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

9	3						
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

3	9						
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

	9	-5					
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

	-5	9					
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

		9	-1				
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

		-1	9				
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

			9	8			
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

			8	9			
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[5]$ com $V[6]$ e troque se $V[5] > V[6]$

				9	5		
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[5]$ com $V[6]$ e troque se $V[5] > V[6]$

				5	9		
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[6]$ com $V[7]$ e troque se $V[6] > V[7]$

					9	0	
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[6]$ com $V[7]$ e troque se $V[6] > V[7]$

					0	9	
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[7]$ com $V[8]$ e troque se $V[7] > V[8]$

						9	-9
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[7]$ com $V[8]$ e troque se $V[7] > V[8]$

						-9	9
1	2	3	4	5	6	7	8

Propriedade

Ao final desta passada, o que sabemos com certeza?

1	2	3	4	5	6	7	8

Propriedade

Ao final desta passada, o que sabemos com certeza?

							9
1	2	3	4	5	6	7	8

Uma outra proposta

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

Compare $V[5]$ com $V[6]$ e troque se $V[5] > V[6]$

Compare $V[6]$ com $V[7]$ e troque se $V[6] > V[7]$

Simulando

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

-5	3						
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

	3	-1					
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

	-1	3					
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

		3	8				
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

			8	5			
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

			5	8			
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[5]$ com $V[6]$ e troque se $V[5] > V[6]$

				8	0		
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[5]$ com $V[6]$ e troque se $V[5] > V[6]$

				0	8		
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[6]$ com $V[7]$ e troque se $V[6] > V[7]$

					8	-9	
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[6]$ com $V[7]$ e troque se $V[6] > V[7]$

					-9	8	
1	2	3	4	5	6	7	8

Propriedade

Ao final desta passada, o que sabemos com certeza?

1	2	3	4	5	6	7	8

Propriedade

Ao final desta passada, o que sabemos com certeza?

						8	
1	2	3	4	5	6	7	8

Uma outra proposta

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

Compare $V[5]$ com $V[6]$ e troque se $V[5] > V[6]$

Simulando

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

-5	-1						
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

	-1	3					
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

		3	5				
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

			5	0			
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

			0	5			
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[5]$ com $V[6]$ e troque se $V[5] > V[6]$

				5	-9		
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[5]$ com $V[6]$ e troque se $V[5] > V[6]$

				-9	5		
1	2	3	4	5	6	7	8

Propriedade

Ao final desta passada, o que sabemos com certeza?

1	2	3	4	5	6	7	8

Propriedade

Ao final desta passada, o que sabemos com certeza?

					5		
1	2	3	4	5	6	7	8

Uma outra proposta

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

Simulando

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

-5	-1						
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

	-1	3					
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

		3	0				
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

		0	3				
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

			3	-9			
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

			-9	3			
1	2	3	4	5	6	7	8

Propriedade

Ao final desta passada, o que sabemos com certeza?

1	2	3	4	5	6	7	8

Propriedade

Ao final desta passada, o que sabemos com certeza?

				3			
1	2	3	4	5	6	7	8

Uma outra proposta

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

Simulando

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

-5	-1						
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

	-1	0					
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

		0	-9				
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

		-9	0				
1	2	3	4	5	6	7	8

Propriedade

Ao final desta passada, o que sabemos com certeza?

1	2	3	4	5	6	7	8

Propriedade

Ao final desta passada, o que sabemos com certeza?

			0				
1	2	3	4	5	6	7	8

Uma outra proposta

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

Simulando

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

-5	-1						
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

	-1	-9					
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

	-9	-1					
1	2	3	4	5	6	7	8

Propriedade

Ao final desta passada, o que sabemos com certeza?

1	2	3	4	5	6	7	8

Propriedade

Ao final desta passada, o que sabemos com certeza?

		-1					
1	2	3	4	5	6	7	8

Último passo da proposta

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Simulando

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

-5	-9						
1	2	3	4	5	6	7	8

Simulando

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

-9	-5						
1	2	3	4	5	6	7	8

Propriedade

Ao final desta passada, o que sabemos com certeza?

1	2	3	4	5	6	7	8

Propriedade

Ao final desta passada, o que sabemos com certeza?

	-5						
1	2	3	4	5	6	7	8

Propriedade

Ao final do algoritmo, o que sabemos com certeza?

-9	-5	-1	0	3	5	8	9
1	2	3	4	5	6	7	8

Revisando a proposta

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

Compare $V[5]$ com $V[6]$ e troque se $V[5] > V[6]$

Compare $V[6]$ com $V[7]$ e troque se $V[6] > V[7]$

Compare $V[7]$ com $V[8]$ e troque se $V[7] > V[8]$

Revisando a proposta

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

Compare $V[5]$ com $V[6]$ e troque se $V[5] > V[6]$

Compare $V[6]$ com $V[7]$ e troque se $V[6] > V[7]$

Revisando a proposta

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

Compare $V[5]$ com $V[6]$ e troque se $V[5] > V[6]$

Revisando a proposta

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

Revisando a proposta

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

Revisando a proposta

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

Revisando a proposta

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Programando em R

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

Compare $V[5]$ com $V[6]$ e troque se $V[5] > V[6]$

Compare $V[6]$ com $V[7]$ e troque se $V[6] > V[7]$

Compare $V[7]$ com $V[8]$ e troque se $V[7] > V[8]$

```
j = 1
while (j < 8) {
  if (V[j] > V[j+1]) {
    tmp = V[j]
    V[j] = V[j+1]
    V[j+1] = tmp
  }
  j = j+1
}
```

Programando em R

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

Compare $V[5]$ com $V[6]$ e troque se $V[5] > V[6]$

Compare $V[6]$ com $V[7]$ e troque se $V[6] > V[7]$

```
j = 1
while (j < 7) {
  if (V[j] > V[j+1]) {
    tmp = V[j]
    V[j] = V[j+1]
    V[j+1] = tmp
  }
  j = j+1
}
```

Programando em R

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

Compare $V[5]$ com $V[6]$ e troque se $V[5] > V[6]$

```
j = 1
while (j < 6) {
  if (V[j] > V[j+1]) {
    tmp = V[j]
    V[j] = V[j+1]
    V[j+1] = tmp
  }
  j = j+1
}
```

Programando em R

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

Compare $V[4]$ com $V[5]$ e troque se $V[4] > V[5]$

```
j = 1
while (j < 5) {
  if (V[j] > V[j+1]) {
    tmp = V[j]
    V[j] = V[j+1]
    V[j+1] = tmp
  }
  j = j+1
}
```

Programando em R

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

Compare $V[3]$ com $V[4]$ e troque se $V[3] > V[4]$

```
j = 1
while (j < 4) {
  if (V[j] > V[j+1]) {
    tmp = V[j]
    V[j] = V[j+1]
    V[j+1] = tmp
  }
  j = j+1
}
```

Programando em R

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

Compare $V[2]$ com $V[3]$ e troque se $V[2] > V[3]$

```
j = 1
while (j < 3) {
  if (V[j] > V[j+1]) {
    tmp = V[j]
    V[j] = V[j+1]
    V[j+1] = tmp
  }
  j = j+1
}
```

Programando em R

Compare $V[1]$ com $V[2]$ e troque se $V[1] > V[2]$

```
j = 1
while (j < 2) {
  if (V[j] > V[j+1]) {
    tmp = V[j]
    V[j] = V[j+1]
    V[j+1] = tmp
  }
  j = j+1
}
```

Programando em R

```
i = 8
while (i>1) {
  j = 1
  while (j<i) {
    if (V[j] > V[j+1]) {
      tmp = V[j]
      V[j] = V[j+1]
      V[j+1] = tmp
    }
    j = j + 1
  }
  i = i - 1
}
```


Programando em R

```
bubble <- function(V,N) {  
  i = N  
  while (i>1) {  
    j = 1  
    while (j<i) {  
      if (V[j] > V[j+1]) {  
        tmp = V[j]  
        V[j] = V[j+1]  
        V[j+1] = tmp  
      }  
      j = j + 1  
    }  
    i = i - 1  
  }  
  return(V)  
}
```

Funções em R

- Uma função pode chamar outra função, como vimos no caso do max3 chamando max2:

```
max3 <- function(a,b,c) {  
  maxtmp = max2(a,b)  
  maxabc = max2(maxtmp,c)  
  return(maxabc)  
}
```

OBS: Comente a respeito da diferença entre print e return

Funções recursivas em R

- Uma função recursiva é aquela que chama a si mesma.

```
meufat <- function(K) {  
  if (K==0) {  
    fattmp = 1  
  } else {  
    fattmp <- K*meufat(K-1)  
  }  
  return(fattmp)  
}
```

Funções recursivas em R

- Uma função recursiva é aquela que chama a si mesma.
- Para se criar uma função recursiva, tem-se que ter dois elementos:
 - Base da recursão. Por exemplo:
 - if ($K==0$) fattmp = 1, que vem do fato que $\text{fatorial}(0) = 1$
 - Passo da recursão. Por exemplo:
 - fattmp = $K * \text{meufat}(K-1)$, que vem do fato que
 - $\text{fatorial}(N) = N * \text{fatorial}(N-1)$
- Identificados esses elementos, escreve-se o código.

Funções recursivas em R

- Uma função recursiva é aquela que chama a si mesma.

```
meufat <- function(K) {  
  if (K==0) {  
    fattmp = 1  
  } else {  
    fattmp <- K*meufat(K-1)  
  }  
  return(fattmp)  
}
```

Funções próprias vs prontas

- Um dos objetivos que você deve alcançar nesta disciplina é pensar de forma disciplinada, organizada. Por isso, aprender a fazer funções é essencial.
- Por outro lado, como futuros usuários de R, entre uma função feita por você mesma(o), você deve usar uma função do R.
- Sem contar os pacotes (packages) disponíveis no sítio do R (<https://cran.r-project.org>), o R já vem com muitas funções implementadas.

Funções prontas R

- Diversas funções matemáticas.
- Funções para informação de variáveis:
 - `is.na(x)`, `is.null(x)`, `is.array(x)`, `is.data.frame(x)`,
`is.numeric(x)`, `is.complex(x)`, `is.character(x)`,...
 - Para saber mais, digite: `methods(is)`
 - `length`, `dim`, `dimnames`, `nrows`, `ncols` etc
- <https://cran.r-project.org/doc/contrib/Short-refcard.pdf>

Obrigado!
