

Linguagens de Programação

Prof. Miguel Elias Mitre Campista

`http://www.gta.ufrj.br/~miguel`

Parte III

Introdução à Programação em C++
(Continuação)

Relembrando da Última Aula...

- Funções
- Classes de armazenamento
- Regras de escopo
- Funções sobrecarregadas
- Templates
- Mais exemplos de programação orientada a objetos...

Arrays

- Estruturas de dados que contêm itens de dados relacionados do mesmo tipo
- Tamanho constante desde o momento em que são criados
 - Entidades "estáticas"
- Arrays de caracteres podem também representar strings
- Arrays podem ser representados como em C
 - Entretanto, podem também ser objetos vetores como implementado na STL (*Standard Template Library*)
 - Os vetores são mais seguros e versáteis

Arrays

- Grupo consecutivo de posições da memória
 - Todas são do mesmo tipo
- Índice
 - Número da posição usado para indicar uma localização/elemento específico
 - Deve ser um inteiro positivo ou uma expressão do tipo inteiro
 - O primeiro elemento tem índice zero
 - Ex.: Suponha $a = 5$ e $b = 6$
 - $c[a + b] += 2;$
 - » Adiciona 2 ao elemento do array $c[11]$.

Array

- Inicialização de um array em uma declaração com uma lista inicializadora
 - Lista inicializadora
 - Os itens encontram-se entre chaves ({})
 - Os itens na lista são separados por vírgula
 - Ex.: `int n[] = { 10, 20, 30, 40, 50 };`
 - Pelo fato de o tamanho do array ser omitido na declaração, o compilador determina o tamanho do array com base no tamanho da lista inicializadora
 - Os valores do índice são 0, 1, 2, 3, 4
 - São inicializados nos valores 10, 20, 30, 40, 50, respectivamente.

Array

- Inicialização de um array em uma declaração com uma lista inicializadora
 - Se houver menos inicializadores que elementos no array
 - Os elementos remanescentes são inicializados em zero
 - Ex.: `int n[10] = { 0 };`
 - » Inicializa explicitamente o primeiro elemento em zero
 - » Inicializa implicitamente os nove elementos restantes em zero
 - Se houver mais inicializadores que elementos no array
 - Ocorrerá erro de compilação

Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 2
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>

using namespace std;

int main() {
    int n [] = {32, 27, 2, 5, 22, 90, 1, 10, 67, 99}; // Array n de 10 inteiros

    cout << "Elemento" << setw(13) << "valor" << endl;

    // Saída dos elementos do array
    for (int j = 0; j < 10; j++)
        cout << setw(7) << j << setw(13) << n [j] << endl;

    return 0;
}
```


Exemplo Usando Array em C++

```
/*  
 * Aula 7 - Exemplo 2  
 * Autor: Miguel Campista  
 */
```

```
#include <iostream>  
#include <iomanip>
```

```
using namespace std;
```

```
int main() {
```

```
    int n [] = {32, 27, 2, 5, 22, 90, 1, 10, 67, 99}; // Array n de 10 inteiros
```

```
    cout << "Elemento" << setw(13) << "valor" << endl;
```

```
    // Saída dos elementos do array
```

```
    for (int j = 0; j < 10; j++)
```

```
        cout << setw(7) << j << setw(13) << n [j] << endl;
```

```
    return 0;
```

```
}
```

Lista inicializadora utilizada para inicializar o array. Compilador aloca memória conforme o número de elementos declarados

Exemplo Usando Array em C++

```
shell>$ g++ exemplo.cpp -o ex2
```

```
shell>$ ./ex2
```

Elemento	valor
0	32
1	27
2	2
3	5
4	22
5	90
6	1
7	10
8	67
9	99

```
shell>$
```

```
return 0;
```

```
}
```

Array

- Fornecer mais inicializadores em uma lista inicializadora de array do que o número de elementos existentes no array é um erro de compilação
- Esquecer de inicializar os elementos de um array cujos elementos deveriam ser inicializados é um erro de lógica

Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 3
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>

using namespace std;

int main() {
    const int numElems = 10;
    int n [numElems]; // Array n de 10 inteiros

    // Cálculo dos elementos do array
    for (int i = 0; i < numElems; i++)
        n [i] = 2 + 2 * i;

    cout << "Elemento" << setw(13) << "valor" << endl;

    // Saída dos elementos do array
    for (int j = 0; j < 10; j++)
        cout << setw(7) << j << setw(13) << n [j] << endl;

    return 0;
}
```

Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 3
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>

using namespace std;

int main() {
    const int numElems = 10;
    int n [numElems]; // Array n de 10 inteiros

    // Cálculo dos elementos do array
    for (int i = 0; i < numElems; i++)
        n [i] = 2 + 2 * i;

    cout << "Elemento" << setw(13) << "valor" << endl;

    // Saída dos elementos do array
    for (int j = 0; j < 10; j++)
        cout << setw(7) << j << setw(13) << n [j] << endl;

    return 0;
}
```

Declaração do número de elementos do array utilizando uma variável **const**

Exemplo Usando Array em C++

```
/*  
 * Aula 7 - Exemplo 3  
 * Autor: Miguel Campista
```

```
shell>$ g++ exemplo.cpp -o ex3
```

```
shell>$ ./ex3
```

Elemento	valor
0	2
1	4
2	6
3	8
4	10
5	12
6	14
7	16
8	18
9	20

```
shell>$
```

```
for (int j = 0; j < 10; j++)  
    cout << setw(7) << j << setw(13) << n [j] << endl;  
  
return 0;  
}
```

Array

- **Variáveis constantes**
 - São declaradas usando-se o qualificador `const`
 - São também chamadas de constantes identificadas ou variáveis de leitura
 - Devem ser inicializadas com uma sentença constante quando são declaradas e não podem ser modificadas posteriormente
 - Podem ser colocadas em qualquer lugar em que se espera uma expressão constante
 - Usar variáveis constantes para especificar o tamanho do array torna os programas mais escaláveis e torna o programa mais fácil de modificar

Array

- Variáveis constantes
 - Não atribuir um valor a uma variável constante quando ela é declarada é um erro de compilação

```
const int x;
```

- Atribuir um valor a uma variável constante em uma instrução executável é um erro de compilação

```
const int x = 1;  
x = 2;
```


Array

- Variáveis constantes
 - Não atribuir um valor a uma variável constante quando ela é declarada é um erro de compilação

```
const int x;
```

X Erro!

- Atribuir um valor a uma variável constante em uma instrução executável é um erro de compilação

```
const int x = 1;  
x = 2;
```

X Erro!

Array

- Recomendação
 - Definir o tamanho de um array como uma variável constante torna os programas mais claros
 - Técnica que elimina os chamados "números mágicos"
 - Ex.: Mencionar repetidamente o tamanho 10 em código de processamento de array para um array de 10 elementos dá para o número 10 uma importância artificial que pode confundir o leitor quando o programa incluir outros números 10 que não estão relacionados com o tamanho do array

Array

- Emprego de arrays de caracteres para manipular strings
 - Os arrays podem ser de qualquer tipo, incluindo `chars`.
 - Strings de caracteres podem ser armazenados em arrays `char`
 - Podem ser inicializados por meio de um literal de string.
 - Ex.: `char string1[] = "Hi";`
 - Equivalente a
 - `char string1[] = { 'H', 'i', '\0' };`
 - O array contém cada caractere mais um caractere especial de terminação de string denominado caractere nulo (`'\0'`)

Array

- Emprego de arrays de caracteres para manipular strings
 - Podem também ser inicializados com constantes de caractere individuais em uma lista inicializadora
 - **Ex.:** `char string1[] = { 'f', 'i', 'r', 's', 't', '\0' };`
 - Além disso, podem inserir uma string diretamente em um array de caracteres por meio do teclado, usando `cin e >>`
 - **Ex.:** `cin >> string1;`
 - `cin >>` talvez leia mais caracteres que o array pode armazenar

Sétimo Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 7
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

int main() {
    char string1 [20];
    char string2[] = {"string literal"}; // reserva 15 caracteres

    // Lê a string fornecida pelo usuário para string1
    cout << "Entre com a string \"Hello there\": ";
    cin >> string1;

    // Strings recebidas
    cout << "string1 eh: " << string1 << "\nstring2 eh: " << string2 << endl;

    cout << "string1 com espacos entre caracteres eh:\n";
    for (int i = 0; string1[i] != '\0'; i++)
        cout << string1[i] << ' ';

    cin >> string1; // Lê there
    cout << "\nstring1 eh: " << string1 << endl;

    return 0;
}
```

Sétimo Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 7
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

int main() {
    char string1 [20];
    char string2[] = {"string literal"}; // reserva 15 caracteres

    // Lê a string fornecida pelo usuário para string1
    cout << "Entre com a string \"Hello there\": ";
    cin >> string1;

    // Strings recebidas
    cout << "string1 eh: " << string1 << "\nstring2 eh: " << string2 << endl;

    cout << "string1 com espacos entre caracteres eh:\n";
    for (int i = 0; string1[i] != '\0'; i++)
        cout << string1[i] << ' ';

    cin >> string1; // Lê there
    cout << "\nstring1 eh: " << string1;

    return 0;
}
```

Armazena "string literal" como um array de caracteres

Inicialização de um array por meio de cin

Sétimo Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 7
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

int main() {
    char string1 [20];
    char string2[] = {"string literal"}; // reserva 15 caracteres

    // Lê a string fornecida pelo usuário para string1
    cout << "Entre com a string \"Hello there\": ";
    cin >> string1;

    // Strings recebidas
    cout << "string1 eh: " << string1 << "\nstring2 eh: " << string2 << endl;

    cout << "string1 com espaços entre caracteres eh:\n";
    for (int i = 0; string1[i] != '\0'; i++)
        cout << string1[i] << ' ';

    cin >> string1; // Lê there
    cout << "\nstring1 eh: " << string1 << endl;

    return 0;
}
```

Loop até encontrar o caractere nulo



Sétimo Exemplo Usando Array em C++

```
/*  
 * Aula 7 - Exemplo 7  
 * Autor: Miguel Campista  
 */  
#include <iostream>
```

```
shell>$ g++ exemplo.cpp -o ex7
```

```
shell>$ ./ex7
```

```
Entre com a string "Hello there": hello there
```

```
string1 eh: hello
```

```
string2 eh: string literal
```

```
string1 com espacos entre caracteres eh:
```

```
h e l l o
```

```
string1 eh: there
```

```
shell>$
```

```
cout << "string1 com espacos entre caracteres eh:\n";  
for (int i = 0; string1[i] != '\0'; i++)  
    cout << string1[i] << ' ';  
  
cin >> string1; // Lê there  
cout << "\nstring1 eh: " << string1 << endl;  
  
return 0;  
}
```


Array

- Arrays locais `static` e arrays locais automáticos
 - Uma variável local `static` em uma função
 - Existe durante a execução do programa
 - Mas é visível apenas no corpo da função
 - Um array local `static`
 - Existe durante a execução do programa
 - É inicializado quando sua declaração é encontrada pela primeira vez
 - Todos os elementos são inicializados em zero, se não forem inicializados explicitamente
 - » Isso não ocorre com os arrays locais automáticos

Oitavo Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 8
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

// Protótipo de funções
void staticArrayInit();
void automaticArrayInit();

int main() {
    cout << " ** Primeira chamada para cada funcao:\n\n";
    staticArrayInit();
    cout << endl;
    automaticArrayInit();

    cout << "\n\n ** Segunda chamada para cada funcao:\n\n";
    staticArrayInit();
    cout << endl;
    automaticArrayInit();
    cout << "\n" << endl;

    return 0;
}
```

Oitavo Exemplo Usando Array em C++

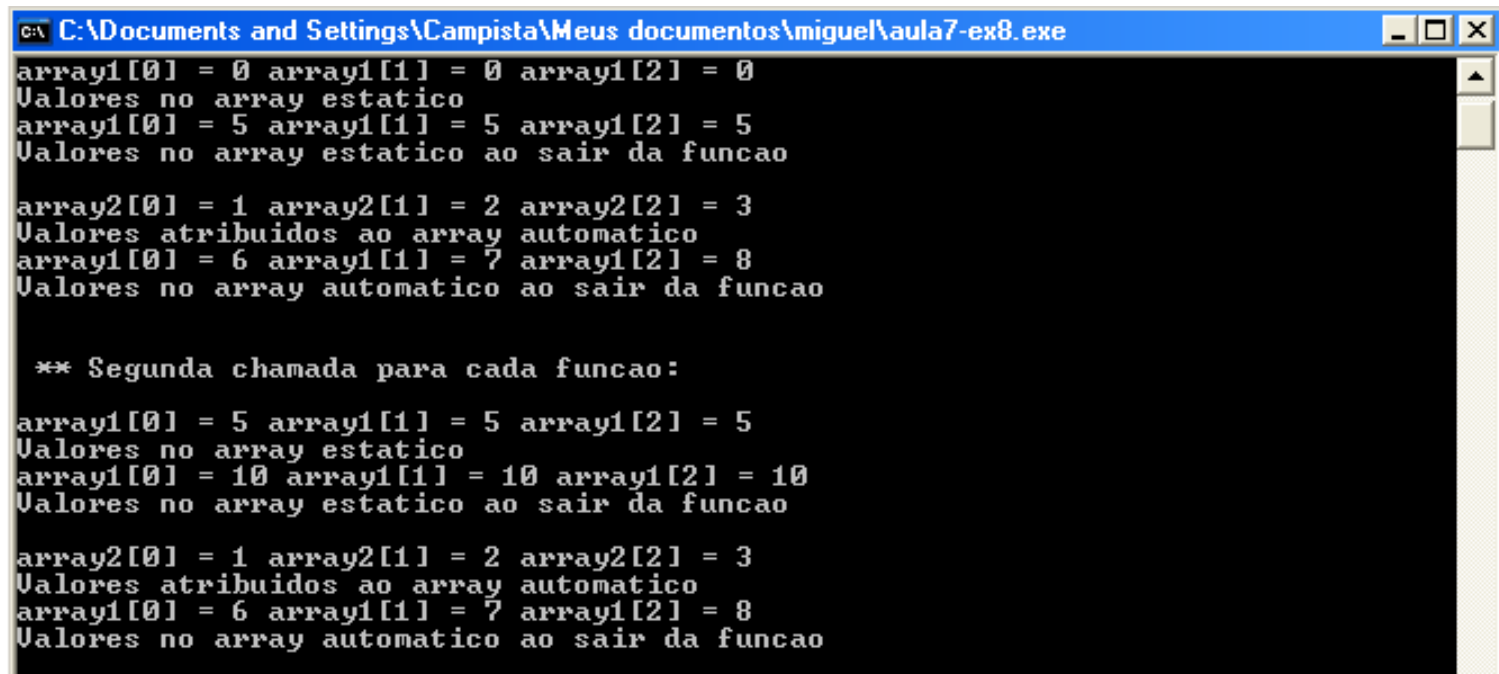
```
void staticArrayInit() {  
    // Inicializa o array como 0 na primeira vez que é chamada  
    static int array1 [3];  
  
    // Saída do array  
    for (int i = 0; i < 3; i++)  
        cout << "array1[" << i << "] = " << array1[i] << " ";  
  
    cout << "\nValores no array estatico\n";  
  
    for (int i = 0; i < 3; i++)  
        cout << "array1[" << i << "] = " << (array1[i] += 5) << " ";  
  
    cout << "\nValores no array estatico ao sair da funcao\n";  
}  
  
void automaticArrayInit() {  
    // Inicializa elementos cada vez que a função é chamada  
    int array2 [3] = {1, 2, 3};  
  
    for (int i = 0; i < 3; i++)  
        cout << "array2[" << i << "] = " << array2[i] << " ";  
  
    cout << "\nValores atribuidos ao array automatico\n";  
  
    for (int i = 0; i < 3; i++)  
        cout << "array1[" << i << "] = " << (array2[i] += 5) << " ";  
  
    cout << "\nValores no array automatico ao sair da funcao\n";  
}
```

Cria um array static

Cria um array automático

Oitavo Exemplo Usando Array em C++

```
void staticArrayInit() {  
    // Inicializa elementos como 0 na primeira vez que é chamada  
    static int array1 [3];
```



```
C:\Documents and Settings\Campista\Meus documentos\miguel\aula7-ex8.exe  
array1[0] = 0 array1[1] = 0 array1[2] = 0  
Valores no array estatico  
array1[0] = 5 array1[1] = 5 array1[2] = 5  
Valores no array estatico ao sair da funcao  
  
array2[0] = 1 array2[1] = 2 array2[2] = 3  
Valores atribuidos ao array automatico  
array1[0] = 6 array1[1] = 7 array1[2] = 8  
Valores no array automatico ao sair da funcao  
  
** Segunda chamada para cada funcao:  
  
array1[0] = 5 array1[1] = 5 array1[2] = 5  
Valores no array estatico  
array1[0] = 10 array1[1] = 10 array1[2] = 10  
Valores no array estatico ao sair da funcao  
  
array2[0] = 1 array2[1] = 2 array2[2] = 3  
Valores atribuidos ao array automatico  
array1[0] = 6 array1[1] = 7 array1[2] = 8  
Valores no array automatico ao sair da funcao
```

```
    cout << "\nValores atribuidos ao array automatico\n";  
  
    for (int i = 0; i < 3; i++)  
        cout << "array1[" << i << "] = " << (array2[i] += 5) << " ";  
  
    cout << "\nValores no array automatico ao sair da funcao\n";  
}
```

Passagem de Array para Função

- Para passar um argumento array a uma função
 - Especifique o nome do array sem os colchetes
 - O array `hourlyTemperatures` é declarado como
 - `int hourlyTemperatures[24];`
 - A chamada de função
 - `modifyArray(hourlyTemperatures, 24);`
 - passa o array `hourlyTemperatures` e o seu tamanho à função `modifyArray`
 - O tamanho do array é normalmente passado como outro argumento, de modo que a função possa processar o número específico de elementos no array

Passagem de Array para Função

- Os arrays são passados por referência
 - A chamada de função na verdade passa o endereço inicial do array
 - Portanto, a função sabe em que posição o array se encontra na memória
 - O chamador concede à função chamadora acesso direto aos dados do chamador
 - A função chamada pode manipular esses dados

Passagem de Array para Função

- Passar arrays por referência é mais eficiente
 - Arrays passados por valor requerem uma cópia de cada elemento
 - Arrays grandes passados com frequência demandaria tempo e exigiria espaço de armazenamento considerável para as cópias dos elementos do array

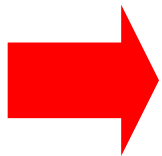
Passagem de Array para Função

- Elementos individuais do array passados por valor
 - Fragmentos de dados simples
 - São chamados *escalares* ou *quantidades escalares*
 - Para passar um elemento a uma função
 - Use o elemento do array com o seu índice como um argumento
- Funções que consideram os arrays como argumentos
 - A lista de parâmetros da função deve especificar um parâmetro de array
 - Ex.: `void modArray(int b[], int arraySize);`

Passagem de Array para Função

- Funções que consideram os arrays como argumentos
 - O parâmetro de array pode incluir o tamanho do array
 - O compilador o ignora, pois só se preocupa com o endereço do primeiro elemento

```
void funcao( int a[10], int num );
```

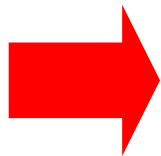


```
void funcao( int a[], int num );
```

Passagem de Array para Função

- Os protótipos de função podem incluir nomes de parâmetro
 - Mas o compilador vai ignorá-los
 - Os nomes de parâmetro devem ser deixados fora dos protótipos de função

```
void funcao( int a[], int num );
```



```
void funcao( int [], int );
```

Nono Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 9
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>

using namespace std;

void modifyArray(int [], int); // Protótipo de função
void modifyElement(int); // Protótipo de função

int main() {
    const int arraySize = 5;
    int a [arraySize] = {0, 1, 2, 3, 4};

    cout << " ** Passagem de array por referencia\n\n";

    cout << "Array original:\n";
    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        cout << setw(3) << a[i];
    cout << endl;

    modifyArray(a, arraySize);

    cout << "Array modificado:\n";
    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        cout << setw(3) << a[i];
}
```

Nono Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 9
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>

using namespace std;

void modifyArray(int [], int); // Protótipo de função
void modifyElement(int); // Protótipo de função

int main() {
    const int arraySize = 5;
    int a [arraySize] = {0, 1, 2, 3, 4};

    cout << " ** Passagem de array por referencia\n\n";

    cout << "Array original:\n";
    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        cout << setw(3) << a[i];
    cout << endl;

    modifyArray(a, arraySize);

    cout << "Array modificado:\n";
    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        cout << setw(3) << a[i];
}
```

Função recebe um array como argumento

Passagem do array

Nono Exemplo Usando Array em C++

```
cout << "\n\n ** Passagem de elemento por valor\n\n";

cout << "Elemento original:\n";
cout << setw(3) << a[3] << endl;

modifyElement(a[3]);

cout << "Elemento modificado:\n";
cout << setw(3) << a[3] << endl;

return 0;
}

void modifyArray(int b[], int numberElements) {
    // Multiplica cada elemento do array por dois
    for (int i = 0; i < numberElements; i++)
        b[i] *= 2;
}

void modifyElement(int e) {
    cout << "Valor do elemento em modifyElement: " << (e *= 2) << endl;
}
```

Nono Exemplo Usando Array em C++

```
cout << "\n\n ** Passagem de elemento por valor\n\n";

cout << "Elemento original:\n";
cout << setw(3) << a[3] << endl;

modifyElement(a[3]);

cout << "Elemento modificado:\n";
cout << setw(3) << a[3] << endl;

return 0;
}

void modifyArray(int b[], int numberElements) {
    // Multiplica cada elemento do array por dois
    for (int i = 0; i < numberElements; i++)
        b[i] *= 2;
}

void modifyElement(int e) {
    cout << "Valor do elemento em modifyElement: " << (e *= 2) << endl;
}
```

Passagem de elemento

modifyElement(a[3]);

Nono Exemplo Usando Array em C++

```
cout << "\n\n ** Passagem de elemento por valor\n\n";
```

```
shell>$ g++ exemplo.cpp -o ex9
```

```
shell>$ ./ex9
```

```
** Passagem de array por referencia
```

```
Array original:
```

```
0 1 2 3 4
```

```
Array modificado:
```

```
0 2 4 6 8
```

```
** Passagem de elemento por valor
```

```
Elemento original:
```

```
6
```

```
Valor do elemento em modifyElement: 12
```

```
Elemento modificado:
```

```
6
```

```
shell>$
```

Passagem de Array para Função

- Parâmetros de array `const`
 - Qualificador `const`
 - Evita que valores do array sejam alterados no chamador por códigos na função chamada
 - Os elementos no array são constantes no corpo da função
 - Permite que o programador evite alterações acidentais nos dados

Passagem de Array para Função

- Parâmetros de array `const`
 - Qualificador `const`
 - Evita que valores do array sejam alterados no chamador por códigos na função chamada
 - Os elementos no array são constantes no corpo da função
 - Permite que o programador evite alterações acidentais nos dados



Como os arrays são passados por referência, é comum utilizar o qualificador `const` para evitar alterações

Décimo Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 10
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

void tryToModify(const int []);

int main() {
    int a[] = {10, 20, 30};

    tryToModify(a);

    cout << a[0] << ' ' << a[1] << ' ' << a[2] << endl;

    return 0;
}

void tryToModify(const int a[]) {
    a[0] /= 2;
    a[1] /= 2;
    a[2] /= 2;
}
```

Décimo Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 10
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

void tryToModify(const int []);

int main() {
    int a[] = {10, 20, 30};

    tryToModify(a);

    cout << a[0] << ' ' << a[1] << ' ' << a[2] << endl;

    return 0;
}

void tryToModify(const int a[]) {
    a[0] /= 2;
    a[1] /= 2;
    a[2] /= 2;
}
```

Uso do const evita que a função altere o array

O array só é const dentro da função

O array não pode ser modificado dentro do corpo da função

Décimo Exemplo Usando Array em C++

```
/*  
 * Aula 7 - Exemplo 10  
 * Autor: Miguel Campista  
 */  
#include <iostream>  
  
using namespace std;
```

```
shell>$ g++ exemplo.cpp -o ex10
```

Erro!

```
shell>$
```

```
    tryToModify(a);  
  
    cout << a[0] << ' ' << a[1] << ' ' << a[2] << endl;  
  
    return 0;  
}  
  
void tryToModify(const int a[]) {  
    a[0] /= 2;  
    a[1] /= 2;  
    a[2] /= 2;  
}
```

Estudo de Caso: Classe GradeBook

- **Classe** `GradeBook`
 - Representa um livro de notas que armazena e analisa as notas
 - Agora pode armazenar notas em um array
- **Membros de dados** `static`
 - Variáveis das quais os objetos de uma classe não têm uma cópia separada
 - Uma única cópia é compartilhada por todos os objetos da classe
 - Podem ser acessados mesmo sem objetos da classe
 - Use o nome da classe seguido do operador binário de resolução de escopo e o nome dos membros de dados `static`

Décimo Primeiro Exemplo

Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 -- Exemplo 11
 * Arquivo: GradeBookCap7Ex11.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <string>
#include <iomanip>

using namespace std;

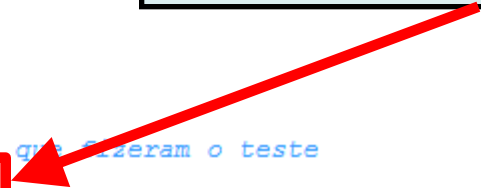
// Definição da classe GradeBook
class GradeBook {

public:
    // Constante - Número de alunos que fizeram o teste
    const static int students = 10;
    // Construtor inicializa courseName com a string-argumento
    GradeBook(string, const int []);
    // Função que configura o nome do curso
    void setCourseName(string);
    // Função que obtém o nome do curso
    string getCourseName();
    // Função para dar entrada nos conceitos dos alunos
    double getAverage();
    // Função para exibir os conceitos
    void displayGrades();
    // Função para retornar a menor nota dos alunos
    int getMinimum();
    // Função para retornar a maior nota dos alunos
    int getMaximum();
};
```

Décimo Primeiro Exemplo Usando Array em C++

```
/*  
 * Aula 7 -- Exemplo 11  
 * Arquivo: GradeBookCap7Ex11.h  
 * Autor: Miguel Campista  
 */  
#include <string>  
#include <iomanip>  
  
using namespace std;  
  
// Definição da classe GradeBook  
class GradeBook {  
  
public:  
    // Constante - Número de alunos que fizeram o teste  
    const static int students = 10;  
    // Construtor inicializa courseName com a string-argumento  
    GradeBook(string, const int []);  
    // Função que configura o nome do curso  
    void setCourseName(string);  
    // Função que obtém o nome do curso  
    string getCourseName();  
    // Função para dar entrada nos conceitos dos alunos  
    double getAverage();  
    // Função para exibir os conceitos  
    void displayGrades();  
    // Função para retornar a menor nota dos alunos  
    int getMinimum();  
    // Função para retornar a maior nota dos alunos  
    int getMaximum();  
};
```

students é uma
variável da classe
static



Décimo Primeiro Exemplo

Usando Array em C++

```
// Função para realizar funções nas notas
void processGrades();
// Função para exibir a distribuição de notas da turma
void displayBarChart();
void displayMessage();

private:
    string courseName;
    int grades [students];
};
```

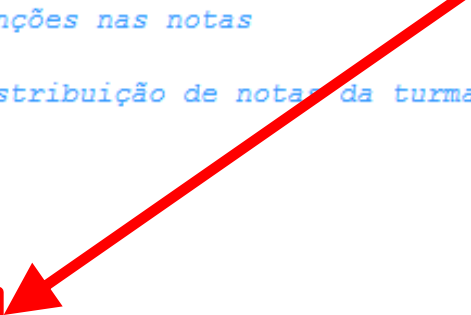

Décimo Primeiro Exemplo

Usando Array em C++

array grades para armazenar as notas

```
// Função para realizar funções nas notas
void processGrades();
// Função para exibir a distribuição de notas da turma
void displayBarChart();
void displayMessage();

private:
    string courseName;
    int grades [students];
};
```



Décimo Primeiro Exemplo

Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 -- Exemplo 11
 * Arquivo: GradeBookCap7Ex11.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */

#include <iostream>
#include <string>
#include "GradeBookCap7Ex11.h"

// Construtor inicializa courseName com a string-argumento
GradeBook::GradeBook(string name, const int gradesArray[]) {
    setCourseName(name); // Chama a função set para inicialização

    for (int i = 0; i < students; i++)
        grades [i] = gradesArray[i];
}

// Função para retornar a menor nota dos alunos
int GradeBook::getMinimum() {
    int minimum = 100;
    for (int i = 0; i < students; i++) {
        if (grades [i] < minimum)
            minimum = grades [i];
    }
    return minimum;
}
```

Décimo Primeiro Exemplo Usando Array em C++

```
/*  
 * Aula 7 -- Exemplo 11  
 * Arquivo: GradeBookCap7Ex11.cpp  
 * Autor: Miguel Campista  
 */  
  
#include <iostream>  
#include <string>  
#include "GradeBookCap7Ex11.h"  
  
// Construtor inicializa courseName com a string-argumento  
GradeBook::GradeBook(string name, const int gradesArray[]) {  
    setCourseName(name); // Chama a função set para inicialização  
  
    for (int i = 0; i < students; i++)  
        grades [i] = gradesArray[i];  
  
}  
  
// Função para retornar a menor nota dos alunos  
int GradeBook::getMinimum() {  
    int minimum = 100;  
    for (int i = 0; i < students; i++) {  
        if (grades [i] < minimum)  
            minimum = grades [i]  
    }  
    return minimum;  
}
```

Copia elementos de
gradesArray para
o atributo grades

```
for (int i = 0; i < students; i++)  
    grades [i] = gradesArray[i];
```

Loop em grades
para o encontrar a
nota mínima

Décimo Primeiro Exemplo

Usando Array em C++

```
// Função para retornar a menor nota dos alunos
int GradeBook::getMaximum() {
    int maximum = 0;
    for (int i = 0; i < students; i++) {
        if (grades [i] > maximum)
            maximum = grades [i];
    }
    return maximum;
}

// Função que calcula a média das notas da turma
double GradeBook::getAverage() {
    int total = 0;

    for (int i = 0; i < students; i++)
        total += grades [i];

    return static_cast <double> (total)/students;
}

// Função que configura o nome do curso
void GradeBook::setCourseName(string name) {
    if(name.length() <= 25) {
        courseName = name;
    } else {
        courseName = name.substr(0, 25);
        cout << "Warning: Nome \" << name <<
        "\" excede o limite maximo de 25 caracteres..." << endl <<
        "Nome limitado aos primeiros 25 caracteres: " << courseName <<
        endl;
    }
}
```

Décimo Primeiro Exemplo

Usando Array em C++

// Função para retornar a menor nota dos alunos

```
int GradeBook::getMaximum() {  
    int maximum = 0;  
    for (int i = 0; i < students; i++) {  
        if (grades [i] > maximum)  
            maximum = grades [i];  
    }  
    return maximum;  
}
```

Loop em grades
para o encontrar a
nota máxima

// Função que calcula a média das notas da turma

```
double GradeBook::getAverage() {  
    int total = 0;  
  
    for (int i = 0; i < students; i++)  
        total += grades [i];  
  
    return static_cast <double> (total)/students;  
}
```

Loop para a soma e
posterior divisão

// Função que configura o nome do curso

```
void GradeBook::setCourseName(string name) {  
    if(name.length() <= 25) {  
        courseName = name;  
    } else {  
        courseName = name.substr(0, 25);  
        cout << "Warning: Nome \" << name <<  
        "\" excede o limite maximo de 25 caracteres..." << endl <<  
        "Nome limitado aos primeiros 25 caracteres: " << courseName <<  
        endl;  
    }  
}
```

Décimo Primeiro Exemplo

Usando Array em C++

```
// Função que obtém o nome do curso
string GradeBook::getCourseName() {
    return courseName;
}

void GradeBook::displayMessage() {
    cout << "Bem-vindo ao seu primeiro programa com classes em "
        << getCourseName() << "!" << endl;
}

// Função para realizar funções nas notas
void GradeBook::processGrades() {
    displayGrades();

    cout << "\nMedia da turma eh: " << setprecision(2) << fixed
        << getAverage() << endl;
    cout << "Menor nota foi: " << getMinimum()
        << "\nMaior nota foi: " << getMaximum() << endl;
    cout << endl;
    displayBarChart();
}

// Função para exibir os conceitos
void GradeBook::displayGrades() {
    for (int i = 0; i < students; i++) {
        cout << "Student " << setw(2) << i + 1
            << ": " << setw(3) << grades [i] << endl;
    }
}
```

Décimo Primeiro Exemplo

Usando Array em C++

```
// Função para exibir a distribuição de notas da turma
void GradeBook::displayBarChart() {
    cout << "Distribuicao de notas: " << endl;

    const int frequencySize = 11;
    int frequency [frequencySize] = {};

    for (int i = 0; i < students; i++)
        frequency [grades [i]/10]++;

    for (int count = 0; count < frequencySize; count++) {
        if (count == 0)
            cout << " 0-9:";
        else if (count == 10)
            cout << " 100:";
        else
            cout << count * 10 << "-" << (count * 10) + 9 << ":";

        for (int stars = 0; stars < frequency [count]; stars++)
            cout << "*";

        cout << endl;
    }
}
```

Décimo Primeiro Exemplo Usando Array em C++

```
// Função para exibir a distribuição de notas da turma
void GradeBook::displayBarChart() {
    cout << "Distribuicao de notas: " << endl;

    const int frequencySize = 11;
    int frequency [frequencySize] = {};

    for (int i = 0; i < students; i++)
        frequency [grades [i]/10]++;

    for (int count = 0; count < frequencySize; count++)
        if (count == 0)
            cout << " 0-9:";
        else if (count == 10)
            cout << " 100:";
        else
            cout << count * 10 << "-" << (count * 10) + 9 << ":";

    for (int stars = 0; stars < frequency [count]; stars++)
        cout << "*";

    cout << endl;
}
}
```

Loop em grades para o encontrar a frequência

Décimo Primeiro Exemplo

Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 -- Exemplo 11
 * Arquivo principal
 * Autor: Miguel Campista
 */

#include <iostream>
#include <string>
#include "GradeBookCap7Ex11.h" // Inclui a definição da classe

using namespace std;

int main() {
    // Array de notas dos alunos
    int gradesArray [GradeBook::students] = {87, 68, 94, 100, 83, 78, 85, 91, 76, 87};

    // Cria dois objetos GradeBook
    GradeBook gradeBook("Linguagens de Programacao", gradesArray);

    // Exibe o valor inicial de courseName
    gradeBook.displayMessage();
    gradeBook.processGrades();

    return 0;
}
```

Décimo Primeiro Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 -- Exemplo 11
 * Arquivo principal
 * Autor: Miguel Campista
 */

#include <iostream>
#include <string>
#include "GradeBookCap7Ex11.h" // Inclui a definição da classe

using namespace std;

int main() {
    // Array de notas dos alunos
    int gradesArray [GradeBook::students] = {87, 68, 94, 100, 83, 78, 85, 91, 76, 87};

    // Cria dois objetos GradeBook
    GradeBook gradeBook("Linguagens de Programacao", gradesArray);

    // Exibe o valor inicial de courseName
    gradeBook.displayMessage();
    gradeBook.processGrades();

    return 0;
}
```

Usa students
declarado como
static na classe

Décimo Primeiro Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 -- Exemplo 11
 * Arquivo principal
 * Autor: Miguel Campista
 */

#include <iostream>
#include <string>
#include "GradeBook.h"

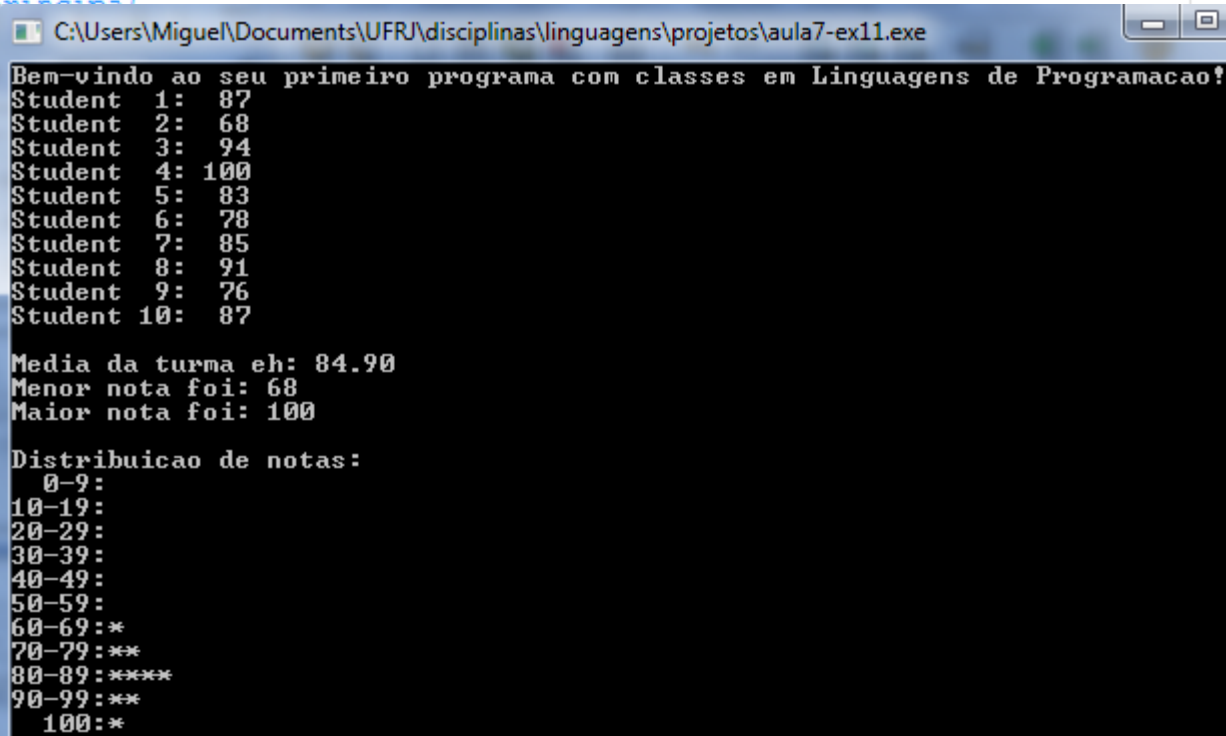
using namespace std;

int main() {
    // Array de notas
    int gradeBook[10];

    // Cria GradeBook
    GradeBook gb("Linguagens de Programação");

    // Exibe notas
    gradeBook[0] = 87;
    gradeBook[1] = 68;
    gradeBook[2] = 94;
    gradeBook[3] = 100;
    gradeBook[4] = 83;
    gradeBook[5] = 78;
    gradeBook[6] = 85;
    gradeBook[7] = 91;
    gradeBook[8] = 76;
    gradeBook[9] = 87;

    return 0;
}
```



The screenshot shows a Windows command prompt window titled "C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\disciplinas\linguagens\projetos\aula7-ex11.exe". The output of the program is as follows:

```
Bem-vindo ao seu primeiro programa com classes em Linguagens de Programação!
Student 1: 87
Student 2: 68
Student 3: 94
Student 4: 100
Student 5: 83
Student 6: 78
Student 7: 85
Student 8: 91
Student 9: 76
Student 10: 87

Media da turma eh: 84.90
Menor nota foi: 68
Maior nota foi: 100

Distribuicao de notas:
0-9:
10-19:
20-29:
30-39:
40-49:
50-59:
60-69:*
70-79:**
80-89:*****
90-99:**
100:*
```

Busca em Array

- Os arrays podem armazenar grande quantidade de dados
 - Talvez seja necessário determinar se existe um certo valor-chave no array
- Busca linear
 - Compara cada elemento de um array com uma chave de pesquisa

Busca Linear em Array

- Caso os elementos do array não estejam organizados segundo alguma classificação
 - Para encontrar um elemento, é igualmente provável que o valor seja encontrado tanto na primeira quanto na última posição
 - Em média, o programa deve comparar a chave de pesquisa com metade dos elementos no array
 - Para determinar se o valor não se encontra no array
 - O programa deve comparar a chave de pesquisa com todos os elementos no array
- Busca linear é uma solução eficiente em arrays menores ou arrays não classificados

Décimo Segundo Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 12
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

int linearSearch(const int [], int, int);

int main() {
    const int arraySize = 100;
    int a [arraySize];
    int searchKey;

    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        a [i] = 2 * i;

    cout << "Entre com o elemento a ser buscado: ";
    cin >> searchKey;

    int element = linearSearch(a, searchKey, arraySize);

    if (element != -1)
        cout << "Elemento encontrado na posicao: " << element << endl;
    else
        cout << "Elemento nao encontrado." << endl;

    return 0;
}
```

Décimo Segundo Exemplo

Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 12
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

int linearSearch(const int [], int, int);

int main() {
    const int arraySize = 100;
    int a [arraySize];
    int searchKey;

    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        a [i] = 2 * i;

    cout << "Entre com o elemento a ser buscado: ";
    cin >> searchKey;

    int element = linearSearch(a, searchKey, arraySize);

    if (element != -1)
        cout << "Elemento encontrado na posicao: " << element << endl;
    else
        cout << "Elemento nao encontrado." << endl;

    return 0;
}
```

A função recebe o array, o valor chave e o tamanho do array como argumentos

A função retorna o a posição do elemento encontrado ou -1 se não encontrar

Décimo Segundo Exemplo Usando Array em C++

```
int linearSearch(const int array[], int key, int sizeofArray) {  
    for (int i = 0; i < sizeofArray; i++) {  
        if (array[i] == key)  
            return i;  
    }  
    return -1;  
}
```


Décimo Segundo Exemplo Usando Array em C++

Pesquisa em todo o array

```
int linearSearch(const int array[], int key, int sizeofArray) {  
    for (int i = 0; i < sizeofArray; i++) {  
        if (array[i] == key)  
            return i;  
    }  
    return -1;  
}
```

Décimo Segundo Exemplo

Usando Array em C++

```
int linearSearch(const int array[], int key, int sizeOfArray) {  
    for (int i = 0; i < sizeOfArray; i++) {  
        if (array[i] == key)  
            return i;  
    }  
    return -1;  
}
```

```
shell>$ g++ exemplo.cpp -o ex12
```

```
shell>./ex1
```

```
Entre com o elemento a ser buscado: 4
```

```
Elemento encontrado na posicao: 2
```

```
shell>$
```

Classificação de Arrays por Inserção

- Classificando dados
 - Ordenamento de elementos de um array
 - Uma das aplicações mais importantes da computação
 - Praticamente toda organização tem de classificar algum tipo de dado

Classificação de Arrays por Inserção

- Classificação por inserção
 - Simples, mas ineficaz
 - A primeira iteração pega o segundo elemento
 - Se for menor que o primeiro elemento, troca-o por este
 - A segunda iteração examina o terceiro elemento
 - Insere-o na posição correta com relação aos dois primeiros elementos
 - ...
 - Na enésima iteração desse algoritmo, os primeiros i elementos no array original serão classificados

Décimo Terceiro Exemplo

Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 13
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>

using namespace std;

int *insertionSort(int [], int);

int main() {
    const int arraySize = 10;
    int unsorted [arraySize] = {34, 56, 4, 10, 77, 51, 93, 30, 5, 52};
    int *sorted;

    cout << "Unsorted array:" << endl;

    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        cout << setw(4) << unsorted [i];
    cout << endl;

    sorted = insertionSort(unsorted, arraySize);

    cout << "\nSorted array:" << endl;

    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        cout << setw(4) << sorted [i];
    cout << endl;

    return 0;
}
```

Décimo Terceiro Exemplo

Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 13
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>

using namespace std;

int *insertionSort(int [], int);

int main() {
    const int arraySize = 10;
    int unsorted [arraySize] = {34, 56, 4, 10, 77, 51, 93, 30, 5, 52};
    int *sorted;

    cout << "Unsorted array:" << endl;

    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        cout << setw(4) << unsorted [i];
    cout << endl;

    sorted = insertionSort(unsorted, arraySize);

    cout << "\nSorted array:" << endl;

    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        cout << setw(4) << sorted [i];
    cout << endl;

    return 0;
}
```

Função que retorna a referência para o array ordenado

Décimo Terceiro Exemplo

Usando Array em C++

```
int *insertionSort(int array [], int sizeofArray) {
    int insert;
    for (int next = 1; next < sizeofArray; next++) {
        insert = array [next]; // Armazena o valor no elemento atual
        int moveItem = next; // Inicializa a localização para colocar o elemento

        while ((moveItem > 0) && (array [moveItem - 1] > insert)) {
            array [moveItem] = array [moveItem - 1];
            moveItem--;
        }
        array [moveItem] = insert;
    }
    return array;
}
```

Décimo Terceiro Exemplo

Usando Array em C++

```
int *insertionSort(int array [], int sizeofArray) {  
    int insert;  
    for (int next = 1; next < sizeofArray; next++) {  
        insert = array [next]; // Armazena o valor no elemento atual  
        int moveItem = next; // Inicializa a localização para colocar o elemento  
  
        while ((moveItem > 0) && (array [moveItem - 1] > insert)) {  
            array [moveItem] = array [moveItem - 1];  
            moveItem--;  
        }  
        array [moveItem] = insert;  
    }  
    return array;  
}
```

Para cada elemento do array, a localização segundo a ordenação deve ser encontrada e o elemento deve ser posicionado nessa posição

Décimo Terceiro Exemplo

Usando Array em C++

```
shell>$ g++ exemplo.cpp -o ex13
```

```
shell>$ ./ex13
```

```
Unsorted array:
```

```
 34 56  4 10 77 51 93 30  5 52
```

```
Sorted array:
```

```
  4  5 10 30 34 51 52 56 77 93
```

```
shell>$
```

```
        array [moveitem] = insert;  
    }  
    return array;  
}
```

Décimo Terceiro Exemplo

Usando Array em C++

```
shell>$ g++ exemplo.cpp -o ex13
shell>$ ./ex13
Unsorted array:
 34 56  4 10 77 51 93 30  5 52

Sorted array:
  4  5 10 30 34 51 52 56 77 93
shell>$
```

```
        array [moveitem] = insert;
    }
    return array;
}
```



Foi necessário a criação de um array ordenado?

Décimo Terceiro Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 13
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>

using namespace std;

int *insertionSort(int [], int);

int main() {
    const int arraySize = 10;
    int unsorted [arraySize] = {4, 56, 4, 10, 77, 51, 93, 30, 5, 52};
    int *sorted;

    cout << "Unsorted array:" << endl;

    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        cout << setw(4) << unsorted [i];
    cout << endl;

    sorted = insertionSort(unsorted, arraySize);

    cout << "\nSorted array:" << endl;

    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        cout << setw(4) << sorted [i];
    cout << endl;

    return 0;
}
```

Aqui poderia ser o próprio array unsorted porque a passagem de parâmetro é por referência

Décimo Terceiro Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 13
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>

using namespace std;

int *insertionSort(int [], int);

int main() {
    const int arraySize = 10;
    int unsorted [arraySize] = {4, 56, 4, 10, 77, 51, 93, 30, 5, 52};
    int *sorted;

    cout << "Unsorted array:" << endl;

    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        cout << setw(4) << unsorted [i];
    cout << endl;

    sorted = insertionSort(unsorted, arraySize);

    cout << endl;

    return 0;
}
```

Aqui poderia ser o próprio array unsorted porque a passagem de parâmetro é por referência

Como ficaria usando templates?

Décimo Terceiro Exemplo

Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 13 c/ template-sort.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include "template-sort.h"

using namespace std;

int main() {
    const int arraySize = 10;
    int unsorted [arraySize] = {34, 56, 4, 10, 77, 51, 93, 30, 5, 52};
    int *sorted;

    cout << "Unsorted array:" << endl;

    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        cout << setw(4) << unsorted [i];
    cout << endl;

    sorted = insertionSort(unsorted, arraySize);

    cout << "\nSorted array:" << endl;

    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        cout << setw(4) << sorted [i];
    cout << endl;

    return 0;
}
```

Décimo Terceiro Exemplo

Usando Array em C++

```
template <class X>
X *insertionSort(X array [], int sizeOfArray) {
    X insert;
    for (int next = 1; next < sizeOfArray; next++) {
        insert = array [next]; // Armazena o valor no elemento atual
        int moveItem = next; // Inicializa a localização para colocar o elemento

        while ((moveItem > 0) && (array [moveItem - 1] > insert)) {
            array [moveItem] = array [moveItem - 1];
            moveItem--;
        }
        array [moveItem] = insert;
    }
    return array;
}
```

Arrays Multidimensionais

- Arrays multidimensionais com duas dimensões
 - Denominados arrays bidimensionais ou arrays 2-D.
 - Representam tabelas de valores com linhas e colunas.
 - Os elementos são referenciados com dois subscritos ($[x] [y]$).
 - Em geral, um array com m linhas e n colunas é chamado de array m por n .
- Os arrays multidimensionais podem ter mais de duas dimensões

Arrays Multidimensionais

- Declarando e inicializando arrays bidimensionais
 - Declarando um array bidimensional b
 - `int b[2][2] = { { 1, 2 }, { 3, 4 } };`
 - 1 e 2 inicializam `b[0][0]` e `b[0][1]`
 - 3 e 4 inicializam `b[1][0]` e `b[1][1]`
 - `int b[2][2] = { { 1 }, { 3, 4 } };`
 - A linha 0 contém valores 1 e 0 (implicitamente inicializados em zero).
 - A linha 1 contém os valores 3 e 4

Arrays Multidimensionais

	Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4
Linha 1	a [0][0]	a [0][1]	a [0][2]	a [0][3]
Linha 2	a [1][0]	a [1][1]	a [1][2]	a [1][3]
Linha 3	a [2][0]	a [2][1]	a [2][2]	a [2][3]

Décimo Quarto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 14
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

void printArray (const int[][3]);

int main() {
    int array1 [2][3] = {{1, 2, 3}, {4, 5, 6}};
    int array2 [2][3] = {1, 2, 3, 4, 5};
    int array3 [2][3] = {{1, 2}, {4}};

    cout << "Os valores do array1 por linha sao: " << endl;
    printArray(array1);

    cout << "Os valores do array2 por linha sao: " << endl;
    printArray(array2);

    cout << "Os valores do array3 por linha sao: " << endl;
    printArray(array3);

    return 0;
}
```

Décimo Quarto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 14
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

void printArray (const int [][]);

int main() {
    int array1 [2][3] = {{1, 2, 3}, {4, 5, 6}};
    int array2 [2][3] = {1, 2, 3, 4, 5};
    int array3 [2][3] = {{1, 2}, {4}};

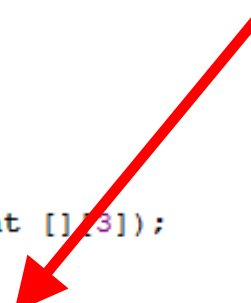
    cout << "Os valores do array1 por linha sao: " << endl;
    printArray(array1);

    cout << "Os valores do array2 por linha sao: " << endl;
    printArray(array2);

    cout << "Os valores do array3 por linha sao: " << endl;
    printArray(array3);

    return 0;
}
```

Uso de inicializadores de array



Décimo Quarto Exemplo Usando Array em C++

```
void printArray(const int a[][3]) {  
    for (int i = 0; i < 2; i++) {  
        for (int j = 0; j < 3; j++)  
            cout << a[i][j] << ' ';  
        cout << endl;  
    }  
}
```

Décimo Quarto Exemplo Usando Array em C++

```
void printArray(const int a[][3]) {  
    for (int i = 0; i < 2; i++) {  
        for (int j = 0; j < 3; j++)  
            cout << a[i][j] << ' ';  
        cout << endl;  
    }  
}
```



Uso de loops aninhados para imprimir um array

Décimo Quarto Exemplo Usando Array em C++

```
void printArray(const int a[][3]) {  
    for (int i = 0; i < 2; i++) {
```

```
shell>$ g++ exemplo.cpp -o ex14
```

```
shell>$ ./ex14
```

Os valores do array1 por linha são:

```
1 2 3
```

```
4 5 6
```

Os valores do array2 por linha são:

```
1 2 3
```

```
4 5 0
```

Os valores do array3 por linha são:

```
1 2 0
```

```
4 0 0
```

```
shell>$
```

Arrays Multidimensionais

- Parâmetros de array multidimensional
 - O tamanho da primeira dimensão não é necessário
 - É igual ao array unidimensional
 - O tamanho das dimensões subseqüentes é necessário
 - O compilador tem que saber quantos elementos deve pular para mover-se para o segundo elemento na primeira dimensão
 - Ex.: `void printArray(const int a[][3]);`
 - A função pulará 3 elementos da linha 0 para acessar os elementos da linha 1 (`a[1][x]`)

Arrays Multidimensionais

- Manipulações de array multidimensional
 - Comumente executadas com instruções for
 - Exemplo
 - Modificar todos os elementos em uma linha
 - » `for (int col = 0; col < 4; col++)`
`a[2][col] = 0;`
 - Exemplo
 - Total de todos os elementos
 - » `total = 0;`
`for (row = 0; row < 3; row++)`
`for (col = 0; col < 4; col++)`
`total += a[row][col];`

Estudo de Caso: Classe GradeBook

- **Classe** GradeBook
 - Array unidimensional
 - Armazena as notas do alunos em um único exame
 - Array bidimensional
 - Armazena várias notas de um único aluno e de vários alunos da classe como um todo.
 - Cada linha representa as notas de um único aluno
 - Cada coluna representa todas as notas tiradas pelos alunos em um determinado exame

Décimo Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 -- Exemplo 15
 * Arquivo: GradeBookCap7Ex15.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <string>
#include <iomanip>

using namespace std;

// Definição da classe GradeBook
class GradeBook {

public:
    // Constante - Número de alunos que fizeram o teste
    const static int students = 10;
    // Constante - Número de alunos que fizeram o teste
    const static int tests = 3;
    // Construtor inicializa courseName com a string-argumento
    GradeBook(string, const int [][tests]);
    // Função que configura o nome do curso
    void setCourseName(string);
    // Função que obtém o nome do curso
    string getCourseName();
    // Função para dar entrada nos conceitos dos alunos
    double getAverage(const int [], const int);
    // Função para exibir os conceitos
    void displayGrades();
    // Função para retornar a menor nota dos alunos
    int getMinimum();
};
```

Décimo Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 -- Exemplo 15
 * Arquivo: GradeBookCap7Ex15.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <string>
#include <iomanip>

using namespace std;

// Definição da classe GradeBook
class GradeBook {

public:
    // Constante - Número de alunos que fizeram o teste
    const static int students = 10;
    // Constante - Número de alunos que fizeram o teste
    const static int tests = 3;
    // Construtor inicializa o cursoName com a string-argumento
    GradeBook(string, const int [][][tests]);
    // Função que configura o nome do curso
    void setCourseName(string);
    // Função que obtém o nome do curso
    string getCourseName();
    // Função para dar entrada nos conceitos dos alunos
    double getAverage(const int [], const int);
    // Função para exibir os conceitos
    void displayGrades();
    // Função para retornar a menor nota dos alunos
    int getMinimum();
};
```

O construtor GradeBook
recebe um array
bidimensional

Décimo Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
// Função para retornar a maior nota dos alunos
int getMaximum();
// Função para realizar funções nas notas
void processGrades();
// Função para exibir a distribuição de notas da turma
void displayBarChart();
void displayMessage();

private:
    string courseName;
    int grades [students][tests];
};
```

Décimo Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
// Função para retornar a maior nota dos alunos
int getMaximum();
// Função para realizar funções nas notas
void processGrades();
// Função para exibir a distribuição de notas da turma
void displayBarChart();
void displayMessage();

private:
    string courseName;
    int grades [students][tests];
};
```

Declara um array bidimensional para grades

Décimo Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 -- Exemplo 15
 * Arquivo: GradeBookCap7Ex15.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */

#include <iostream>
#include <string>
#include "GradeBookCap7Ex15.h"

// Construtor inicializa courseName com a string-argumento
GradeBook::GradeBook(string name, const int gradesArray[][tests]) {
    setCourseName(name); // Chama a função set para inicialização

    for (int i = 0; i < students; i++) {
        for (int test = 0; test < tests; test++)
            grades [i][test] = gradesArray[i][test];
    }
}

// Função para retornar a menor nota dos alunos
int GradeBook::getMinimum() {
    int minimum = 100;
    for (int i = 0; i < students; i++) {
        for (int test = 0; test < tests; test++) {
            if (grades [i][test] < minimum)
                minimum = grades [i][test];
        }
    }
    return minimum;
}
```

Décimo Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 -- Exemplo 15
 * Arquivo: GradeBookCap7Ex15.cpp
 * Autor: Miguel Campista
 */

#include <iostream>
#include <string>
#include "GradeBookCap7Ex15.h"

// Construtor inicializa courseName com a string-argumento
GradeBook::GradeBook(string name, const int gradesArray[][tests]) {
    setCourseName(name); // chama a função set para inicialização

    for (int i = 0; i < students; i++) {
        for (int test = 0; test < tests; test++)
            grades [i][test] = gradesArray[i][test];
    }

    // Função para retornar a menor nota dos alunos
    int GradeBook::getMinimum() {
        int minimum = 100;
        for (int i = 0; i < students; i++) {
            for (int test = 0; test < tests; test++) {
                if (grades [i][test] < minimum)
                    minimum = grades [i][test];
            }
        }
        return minimum;
    }
}
```

Usa loops aninhados para copiar elementos de gradesArray para grades

Loop nas linhas e nas colunas de grades para encontrar a nota mínima

Décimo Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
// Função para retornar a maior nota dos alunos
int GradeBook::getMaximum() {
    int maximum = 0;
    for (int i = 0; i < students; i++) {
        for (int test = 0; test < tests; test++) {
            if (grades [i][test] > maximum)
                maximum = grades [i][test];
        }
    }
    return maximum;
}

// Função que calcula a média das notas da turma
double GradeBook::getAverage(const int setOfGrades [], const int grades) {
    int total = 0;

    for (int i = 0; i < grades; i++)
        total += setOfGrades [i];

    return static_cast <double> (total)/grades;
}

// Função que configura o nome do curso
void GradeBook::setCourseName(string name) {
    if(name.length() <= 25) {
        courseName = name;
    } else {
        courseName = name.substr(0, 25);
        cout << "Warning: Nome \"<\" << name <<
        "\\\" excede o limite máximo de 25 caracteres..." << endl <<
        "Nome limitado aos primeiros 25 caracteres: " << courseName <<
        endl;
    }
}
```


Décimo Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
// Função para retornar a menor nota dos alunos
int GradeBook::getMaximum() {
    int maximum = 0;
    for (int i = 0; i < students; i++) {
        for (int test = 0; test < tests; test++) {
            if (grades [i][test] > maximum)
                maximum = grades [i][test];
        }
    }
    return maximum;
}

// Função que calcula a média das notas da turma
double GradeBook::getAverage(const int setOfGrades [], const int grades) {
    int total = 0;
    for (int i = 0; i < grades; i++)
        total += setOfGrades [i];

    return static_cast <double> (total)/grades;
}

// Função que configura o nome do curso
void GradeBook::setCourseName(string name) {
    if(name.length() <= 25) {
        courseName = name;
    } else {
        courseName = name.substr(0, 25);
        cout << "Warning: Nome \"<\" << name <<
        \"<\" excede o limite maximo de 25 caracteres...\" << endl <<
        "Nome limitado aos primeiros 25 caracteres: \" << courseName <<
        endl;
    }
}
```

Loop nas linhas e nas colunas de grades para encontrar a nota máxima

Loop para calcular a média de um dos testes

Décimo Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
// Função que obtém o nome do curso
string GradeBook::getCourseName() {
    return courseName;
}
void GradeBook::displayMessage() {
    cout << "Bem-vindo ao seu primeiro programa com classes em "
         << getCourseName() << "!" << endl;
}
// Função para realizar funções nas notas
void GradeBook::processGrades() {
    displayGrades();

    cout << "Menor nota foi: " << getMinimum()
         << "\nMaior nota foi: " << getMaximum() << endl;
    cout << endl;
    displayBarChart();
}
// Função para exibir os conceitos
void GradeBook::displayGrades() {
    for (int i = 0; i < students; i++) {
        cout << "Student " << setw(2) << i + 1;

        for (int test = 0; test < tests; test++) {
            cout << setw(8) << grades [i][test];
        }
        double average = getAverage(grades[i], tests);

        cout << setw(9) << setprecision(2) << fixed << average << endl;
    }
}
```

Décimo Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
// Função para exibir a distribuição de notas da turma
void GradeBook::displayBarChart() {
    cout << "Distribuicao de notas: " << endl;

    const int frequencySize = 11;
    int frequency [frequencySize] = {};

    for (int i = 0; i < students; i++) {
        for (int test = 0; test < tests; test++)
            frequency [grades [i][test]/10]++;
    }

    for (int count = 0; count < frequencySize; count++) {
        if (count == 0)
            cout << " 0-9:";
        else if (count == 10)
            cout << " 100:";
        else
            cout << count * 10 << "-" << (count * 10) + 9 << ":";

        for (int stars = 0; stars < frequency [count]; stars++)
            cout << "*";

        cout << endl;
    }
}
```

Décimo Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
// Função para exibir a distribuição de notas da turma
void GradeBook::displayBarChart() {
    cout << "Distribuicao de notas: " << endl;

    const int frequencySize = 11;
    int frequency [frequencySize] = {};

    for (int i = 0; i < students; i++) {
        for (int test = 0; test < tests; test++)
            frequency [grades [i][test]/10]++;
    }

    for (int count = 0; count < frequencySize; count++)
        if (count == 0)
            cout << " 0-9:";
        else if (count == 10)
            cout << " 100:";
        else
            cout << count * 10 << "-" << (count * 10) + 9 << ":";

    for (int stars = 0; stars < frequency [count]; stars++)
        cout << "*";

    cout << endl;
}
}
```

Loop nas linhas e nas colunas de grades para calcular a distribuição das notas

Décimo Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 -- Exemplo 15
 * Arquivo principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <string>
#include "GradeBookCap7Ex15.h" // Inclui a definição da classe

using namespace std;

int main() {
    // Array de notas dos alunos
    int gradesArray [GradeBook::students][GradeBook::tests] =
        {{87, 96, 70}, {68, 87, 90},
         {94, 100, 90}, {100, 81, 82},
         {83, 65, 85}, {78, 87, 65},
         {85, 75, 83}, {91, 94, 100},
         {76, 72, 84}, {87, 93, 73}};

    // Cria dois objetos GradeBook
    GradeBook gradeBook("Linguagens de Programacao", gradesArray);

    // Exibe o valor inicial de courseName
    gradeBook.displayMessage();
    gradeBook.processGrades();

    return 0;
}
```

Décimo Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 -- Exemplo 15
 * Arquivo principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <string>
#include "GradeBookCap7Ex15.h" // Inclui a definição da classe

using namespace std;

int main() {
    // ...

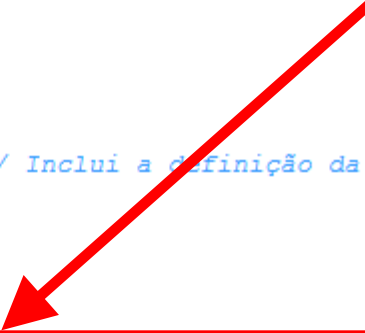
    int gradesArray [GradeBook::students][GradeBook::tests] =
        {{87, 96, 70}, {68, 87, 90},
         {94, 100, 90}, {100, 81, 82},
         {83, 65, 85}, {78, 87, 65},
         {85, 75, 83}, {91, 94, 100},
         {76, 72, 84}, {87, 93, 73}};

    // Cria dois objetos GradeBook
    GradeBook gradeBook("Linguagens de Programacao", gradesArray);

    // Exibe o valor inicial de courseName
    gradeBook.displayMessage();
    gradeBook.processGrades();

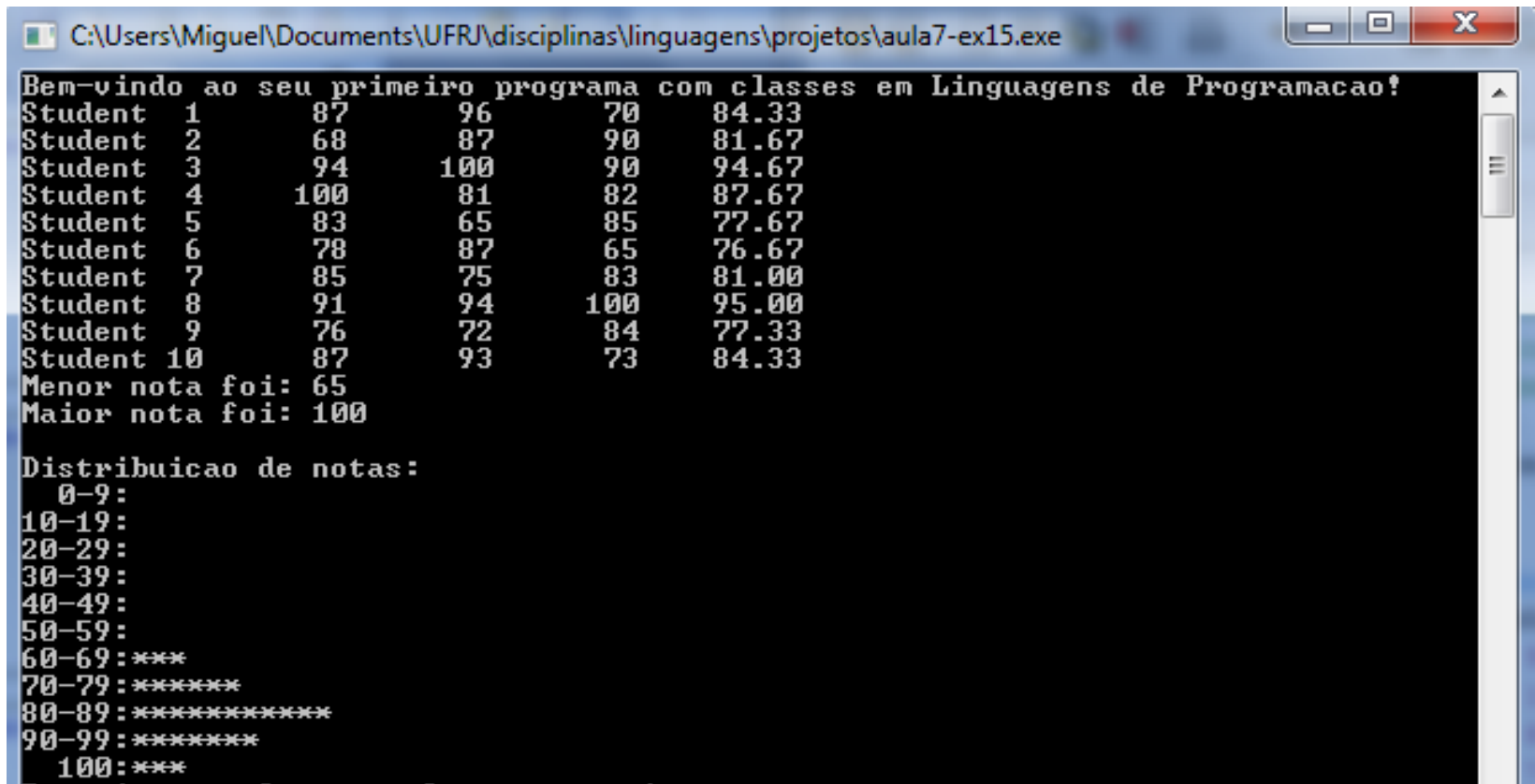
    return 0;
}
```

Declaração do
array 3 x 10



Décimo Quinto Exemplo Usando Array em C++

```
/*  
 * Aula 7 -- Exemplo 15  
 * Arquivo principal  
 * Autor: Miguel Campista
```



The screenshot shows a Windows command prompt window titled "C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\disciplinas\linguagens\projetos\aula7-ex15.exe". The output of the program is as follows:

```
Bem-vindo ao seu primeiro programa com classes em Linguagens de Programacao!  
Student 1      87      96      70      84.33  
Student 2      68      87      90      81.67  
Student 3      94      100     90      94.67  
Student 4      100     81      82      87.67  
Student 5      83      65      85      77.67  
Student 6      78      87      65      76.67  
Student 7      85      75      83      81.00  
Student 8      91      94      100     95.00  
Student 9      76      72      84      77.33  
Student 10     87      93      73      84.33  
Menor nota foi: 65  
Maior nota foi: 100  
  
Distribuicao de notas:  
 0-9:  
10-19:  
20-29:  
30-39:  
40-49:  
50-59:  
60-69:***  
70-79:*****  
80-89:*****  
90-99:*****  
100:***
```

Introdução ao Template vector da C++ *Standard Library*

- Arrays baseados em ponteiro ao estilo do C
 - Apresentam alta probabilidade de erros e várias deficiências
 - O C++ não verifica se os subscritos são colocados fora do intervalo do array
 - Dois arrays não podem ser comparados de modo significativo com operadores de igualdade ou relacionais
 - Um array não pode ser atribuído a outro que esteja usando os operadores de atribuição

```
int a[10], b[10];  
if (a == b) {  
    ...  
}
```

X Erro!

```
int a[10], b[10];  
int b[10] = a;
```

X Erro!

Introdução ao Template `vector` da *C++ Standard Library*

- Template de classe `vector`
 - Disponível para construção de aplicativos com o C++
 - Pode ser definido para armazenar qualquer tipo de dados
 - Especificado entre colchetes angulares em `vector<type>`
 - Todos os elementos em um `vector` são configurados em 0 por padrão
 - A função-membro `size` obtém o tamanho do array
 - Número de elementos como um valor do tipo `size_t`
 - Os objetos `vector` podem ser comparados por meio dos operadores de igualdade e relacionais
 - O operador de atribuição pode ser usado em `vectors`

Introdução ao Template vector da C++ *Standard Library*

- Elementos `vector` podem ser obtidos como um *lvalue* (valor à esquerda) não modificável ou um *lvalue* modificável
 - *lvalue* não modificável
 - Expressão que identifica um objeto na memória, mas não pode ser usada para modificar esse objeto
 - *lvalue* modificável
 - Expressão que identifica um objeto na memória, mas pode ser usada para modificar o objeto

Introdução ao Template vector da C++ *Standard Library*

- Função `at` de `vector`
 - Oferece acesso a elementos individuais
 - Verifica limites
 - Lança uma exceção quando um índice especificado é inválido
 - O acesso com colchetes não executa a verificação de limites

Décimo Sexto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 16
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <vector>

using namespace std;

void outputVector(const vector <int> &); // Exibe o vetor
void inputVector(vector <int> &); // Exibe o vetor

int main() {
    vector <int> integers1(7); // vetor de inteiros de 7 elementos
    vector <int> integers2(10); // vetor de inteiros de 10 elementos

    // Imprime o tamanho de integers1 e conteúdo
    cout << "Tamanho do vector integers1 eh " << integers1.size()
         << "\nvector depois da inicializacao:" << endl;
    outputVector(integers1);

    // Imprime o tamanho de integers2 e conteúdo
    cout << "Tamanho do vector integers2 eh " << integers2.size()
         << "\nvector depois da inicializacao:" << endl;
    outputVector(integers2);

    // Insere e imprime integers1 e integers2
    cout << "\nEntre 17 inteiros:" << endl;
    inputVector(integers1);
    inputVector(integers2);
}
```

Décimo Sexto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 16
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <vector>

using namespace std;

void outputVector(const vector <int> &); // Exibe o vetor
void inputVector(vector <int> &); // Exibe o vetor

int main() {
    vector <int> integers1(7); // vetor de inteiros de 7 elementos
    vector <int> integers2(10); // vetor de inteiros de 10 elementos

    // Imprime o tamanho de integers1 e conteúdo
    cout << "Tamanho do vetor integers1 eh " << integers1.size()
         << "\nvetor depois da inicializacao:" << endl;
    outputVector(integers1);

    // Imprime o tamanho de integers2 e conteúdo
    cout << "Tamanho do vetor integers2 eh " << integers2.size()
         << "\nvetor depois da inicializacao:" << endl;
    outputVector(integers2);

    // Insere e imprime integers1 e integers2
    cout << "\nEntre 17 inteiros:" << endl;
    inputVector(integers1);
    inputVector(integers2);
}
```

Uso do const evita que o array recebido seja alterado

Vectors que armazenam ints

Décimo Sexto Exemplo Usando Array em C++

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 16
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <vector>

using namespace std;

void outputVector(const vector <int> &); // Exibe o vetor
void inputVector(vector <int> &); // Exibe o vetor

int main() {
    vector <int> integers1(7); // vetor de inteiros de 7 elementos
    vector <int> integers2(10); // vetor de inteiros de 10 elementos

    // Imprime o tamanho de integers1 e conteúdo
    cout << "Tamanho do vector integers1 eh " << integers1.size()
         << "\nvector depois da inicializacao:" << endl;
    outputVector(integers1);

    // Imprime o tamanho de integers2 e conteúdo
    cout << "Tamanho do vector integers2 eh " << integers2.size()
         << "\nvector depois da inicializacao:" << endl;
    outputVector(integers2);

    // Insere e imprime integers1 e integers2
    cout << "\nEntre 17 inteiros:" << endl;
    inputVector(integers1);
    inputVector(integers2);
}
```

Função size
retorna o
tamanho dos
vectors

Décimo Sexto Exemplo Usando Array em C++

```
cout << "\nDepois de inputVector, os vectors contem:\n"
      << "integers1:" << endl;
outputVector(integers1);
cout << "integers2:" << endl;
outputVector( integers2 );

// Use operador de diferença (!=) com objetos vector
cout << "\nAvaliando: integers1 != integers2" << endl;

if (integers1 != integers2)
    cout << "integers1 e integers2 nao sao iguais" << endl;

// Criando vector integers3 usando integers1 como um
// inicializador; imprime tamanho e conteúdo
vector <int> integers3(integers1); // copia construtor

cout << "\nTamanho do vector integers3 eh " << integers3.size()
      << "\nvector depois da inicializacao:" << endl;
outputVector(integers3);

// Use operador de atribuição (=) com objetos vector
cout << "\nAtribuindo integers2 aos integers1:" << endl;
integers1 = integers2; // integers1 é maior que integers2

cout << "integers1:" << endl;
outputVector(integers1);
cout << "integers2:" << endl;
outputVector(integers2);
```

Décimo Sexto Exemplo Usando Array em C++

```
cout << "\nDepois de inputVector, os vectors contem:\n"
    << "integers1:" << endl;
outputVector(integers1);
cout << "integers2:" << endl;
outputVector( integers2 );

// Use operador de diferença (!=) com objetos vector
cout << "\nAvaliando integers1 != integers2" << endl;

if (integers1 != integers2)
    cout << "integers1 e integers2 nao sao iguais" << endl;

// Criando vector integers3 usando integers1 como um
// inicializador; imprime tamanho e conteúdo
vector <int> integers3(integers1); // copia construtor

cout << "\nTamanho do vector integers3 eh " << integers3.size()
    << "\nvector depois da inicializacao:" << endl;
outputVector(integers3);

// Use operador de atribuição (=) com objetos vector
cout << "\nAtribuindo integers2 aos integers1:" << endl;
integers1 = integers2; // integers1 é maior que integers2

cout << "integers1:" << endl;
outputVector(integers1);
cout << "integers2:" << endl;
outputVector(integers2);
```

Comparação dos
vectors com
"!="

Inicialização de um
vector com outro

Décimo Sexto Exemplo Usando Array em C++

```
cout << "\nDepois de inputVector, os vectors contem:\n"
      << "integers1:" << endl;
outputVector(integers1);
cout << "integers2:" << endl;
outputVector( integers2 );

// Use operador de diferença (!=) com objetos vector
cout << "\nAvaliando: integers1 != integers2" << endl;

if (integers1 != integers2)
    cout << "integers1 e integers2 nao sao iguais" << endl;

// Criando vector integers3 usando integers1 como um
// inicializador; imprime tamanho e conteúdo
vector <int> integers3(integers1); // copia construtor

cout << "\nTamanho do vector integers3 eh " << integers3.size()
      << "\nvector depois da inicializacao:" << endl;
outputVector(integers3);

// Use operador de atribuição (=) com objetos vector
cout << "\nAtribuindo integers2 aos integers1:" << endl;
integers1 = integers2; // integers1 é maior que integers2

cout << "integers1:" << endl;
outputVector(integers1);
cout << "integers2:" << endl;
outputVector(integers2);
```

Atribuição dos valores de um vector para outro

Décimo Sexto Exemplo Usando Array em C++

```
// Use operador de equação (==) com objetos vector
cout << "\nAvaliando: integers1 == integers2" << endl;

if (integers1 == integers2)
    cout << "integers1 e integers2 sao iguais" << endl;

// Use colchetes para criar rvalue
cout << "\nintegers1[5] is " << integers1[5];

// Use colchetes para criar lvalue
cout << "\n\nAtribuindo 1000 ao integers1[5]" << endl;
integers1 [5] = 1000;
cout << "integers1:" << endl;
outputVector( integers1 );

system("PAUSE");
// Tentativa de usar indice fora do intervalo
cout << "\nTentativa de atribuir 1000 ao integers1.at(15)" << endl;
integers1.at(15) = 1000; // ERROR: fora do intervalo

return 0;
}
```

Décimo Sexto Exemplo Usando Array em C++

Comparação dos
vectors com
"=="

```
// Use operador de equação (==) com objetos vector  
cout << "\nAvaliando: integers1 == integers2" << endl;  
if (integers1 == integers2)  
    cout << "integers1 e integers2 sao iguais" << endl;
```

```
// Use colchetes para criar ivalue  
cout << "\nintegers1[5] is " << integers1[5];
```

```
// Use colchetes para criar lvalue  
cout << "\n\nAtribuindo 1000 ao integers1[5]" << endl;  
integers1 [5] = 1000;  
cout << "integers1:" << endl;  
outputVector( integers1 );
```

Exibindo um
elemento de um
vector

```
system("PAUSE");  
// Tentativa de usar indice fora do intervalo  
cout << "\nTentativa de atribuir 1000 ao integers1.at(15)" << endl;  
integers1.at(15) = 1000; // ERROR: fora do intervalo  
  
return 0;  
}
```

Décimo Sexto Exemplo Usando Array em C++

```
// Use operador de equação (==) com objetos vector
cout << "\nAvaliando: integers1 == integers2" << endl;

if (integers1 == integers2)
    cout << "integers1 e integers2 sao iguais" << endl;

// Use colchetes para criar rvalue
cout << "\nintegers1[5] is " << integers1[5];

// Use colchetes para criar lvalue
cout << "\n\nAtribuindo 1000 ao integers1[5]" << endl;
integers1 [5] = 1000;
cout << integers1[5] << endl;
outputVector( integers1 );

system("PAUSE");
// Tentativa de usar indice fora do intervalo
cout << "\nTentativa de atribuir 1000 ao integers1.at(15)" << endl;
integers1.at(15) = 1000; // ERROR: fora do intervalo

return 0;
}
```

Atualizando o valor

Tentativa de atualizar um valor fora do intervalo

Décimo Sexto Exemplo Usando Array em C++

```
void outputVector(const vector< int > &array) {  
    size_t i; // declaração de variável de controle  
  
    for (i = 0; i < array.size(); i++) {  
        cout << setw( 12 ) << array[i];  
  
        if ((i + 1) % 4 == 0) // 4 número por linha da saída  
            cout << endl;  
    }  
  
    if (i % 4 != 0)  
        cout << endl;  
}  
  
void inputVector(vector <int> &array) {  
    for (size_t i = 0; i < array.size(); i++)  
        cin >> array[i];  
}
```

Exibe os
elementos do
array

Inserção de
elementos com o
cin

Décimo Sexto Exemplo Usando Array em C++

```
void outputVector(const vector< int > &array) {
    size_t i; // declaração de variável de controle

    for (i = 0; i < array.size(); i++) {
        cout << setw( 12 ) << array[i];

        if ((i + 1) % 4 == 0) // 4 número por linha da saída
            cout << endl;
    }

    if (i % 4 != 0)
        cout << endl;
}

void inputVector(vector <int> &array) {
    for (size_t i = 0; i < array.size(); i++)
        cin >> array[i];
}
```

```
Tamanho do vector integers1 eh 7
vector depois da inicializacao:
    0      0      0      0
    0      0      0
Tamanho do vector integers2 eh 10
vector depois da inicializacao:
    0      0      0      0
    0      0      0
    0      0

Entre 17 inteiros:
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17

Depois de inputVector, os vectors contem:
integers1:
    1      2      3      4
    5      6      7
integers2:
    8      9      10     11
   12     13     14     15
   16     17

Avaliando: integers1 != integers2
integers1 e integers2 nao sao iguais

Tamanho do vector integers3 eh 7
vector depois da inicializacao:
    1      2      3      4
    5      6      7

Atribuindo integers2 aos integers1:
integers1:
    8      9      10     11
   12     13     14     15
   16     17
integers2:
    8      9      10     11
   12     13     14     15
   16     17

Avaliando: integers1 == integers2
integers1 e integers2 sao iguais

integers1[5] is 13

Atribuindo 1000 ao integers1[5]
integers1:
    8      9      10     11
   12     1000   14     15
   16     17
```

Introdução à classe STL `array` do C++11

- classe STL `array`
 - Disponível a partir do C++11
 - Oferece métodos para interação com a estrutura de dados
 - Assim como a classe `vector`
 - Porém, a memória é alocada com tamanho fixo
 - Não é possível aumentar ou diminuir o tamanho da memória alocada para o `Array` após a sua criação
 - Diferente da classe `vector`

Décimo Sétimo Exemplo

Usando Array em C++11

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <array>

using namespace std;

int main () {
    array <int, 5> n;

    for (size_t i{0}; i < n.size (); i++) {
        n [i] = 0;
    }

    cout << "Element" << setw (10) << "Value" << endl;

    for (size_t i{0}; i < n.size (); i++) {
        cout << setw (7) << i << setw(10) << n [i] << endl;
    }

    return 0;
}
```

Décimo Sétimo Exemplo

Usando Array em C++11

```
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> g++ -Wall -std=c++11 aula7-ex17.cpp -o a
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> ./a
Element  Value
0        0
1        0
2        0
3        0
4        0
```

```
using namespace std;

int main () {
    array <int, 5> n;

    for (size_t i{0}; i < n.size (); i++) {
        n [i] = 0;
    }

    cout << "Element" << setw (10) << "Value" << endl;

    for (size_t i{0}; i < n.size (); i++) {
        cout << setw (7) << i << setw(10) << n [i] << endl;
    }

    return 0;
}
```

Décimo Oitavo Exemplo

Usando Array em C++11

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <array>

using namespace std;

int main () {
    array <int, 5> n {{32, 27, 64, 18, 95}};

    cout << "Element" << setw (10) << "Value" << endl;

    for (size_t i{0}; i < n.size (); i++) {
        cout << setw (7) << i << setw(10) << n [i] << endl;
    }

    return 0;
}
```

Décimo Oitavo Exemplo

Usando Array em C++11

Inicialização agregada (múltiplos valores para inicialização de uma única estrutura) requer parênteses dentro de parênteses.

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <array>

using namespace std;

int main () {
    array <int, 5> n {{32, 27, 64, 18, 95}};

    cout << "Element" << setw (10) << "Value" << endl;

    for (size_t i{0}; i < n.size (); i++) {
        cout << setw (7) << i << setw(10) << n [i] << endl;
    }

    return 0;
}
```

Décimo Oitavo Exemplo

Usando Array em C++11

```
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> g++ -Wall -std=c++11 aula7-ex18.cpp -o a
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> ./a
Element      Value
  0           32
  1           27
  2           64
  3           18
  4           95
```

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <array>

using namespace std;

int main () {
    array <int, 5> n {{32, 27, 64, 18, 95}};

    cout << "Element" << setw (10) << "Value" << endl;

    for (size_t i{0}; i < n.size (); i++) {
        cout << setw (7) << i << setw(10) << n [i] << endl;
    }

    return 0;
}
```

Geração de Números Aleatórios em C++11

- Função `rand` é considerada insegura
 - É possível conhecer a priori a sequência
- C++11 oferece:
 - Classes para geração de sequências pseudo-aleatórias
 - Classes para distribuição uniforme de números inteiros e outras distribuições

Décimo Nono Exemplo Usando Array em C++11

```
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <array>
#include <random>
#include <ctime>

using namespace std;

int main () {
    // Cria um objeto para geração de números pseudo-aleatórios
    default_random_engine engine (static_cast <unsigned int> (time (0)));
    // Cria um objeto para distribuição uniforme de inteiros
    uniform_int_distribution <unsigned int> randomInt (1, 6);

    array <unsigned int, 7> frequency {}; // Cria um array com 0s

    for (unsigned int i{0}; i < 6000000; i++) {
        frequency [randomInt (engine)]++;
    }

    cout << "Element" << setw (10) << "Value" << endl;

    for (size_t i{1}; i < frequency.size (); i++) {
        cout << setw (7) << i << setw(10) << frequency [i] << endl;
    }

    return 0;
}
```


Décimo Nono Exemplo Usando Array em C++11

```
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> g++ -Wall -std=c++11 aula7-ex19.cpp -o a
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> ./a
Element      Value
 1      1001051
 2      999236
 3      1000288
 4      999379
 5      999248
 6      1000798
```

```
int main () {
    // Cria um objeto para geração de números pseudo-aleatórios
    default_random_engine engine (static_cast <unsigned int> (time (0)));
    // Cria um objeto para distribuição uniforme de inteiros
    uniform_int_distribution <unsigned int> randomInt (1, 6);

    array <unsigned int, 7> frequency {}; // Cria um array com 0s

    for (unsigned int i{0}; i < 6000000; i++) {
        frequency [randomInt (engine)]++;
    }

    cout << "Element" << setw (10) << "Value" << endl;

    for (size_t i{1}; i < frequency.size (); i++) {
        cout << setw (7) << i << setw(10) << frequency [i] << endl;
    }

    return 0;
}
```


Range-based for no C++11

- Evita o uso de um contador para acessar os elementos do array...
 - Evita acesso a um elemento fora do intervalo
- Sintaxe:

```
//item recebe um elemento do array
for (tipo item : array)
//item recebe uma referência
for (tipo &item : array)
```
- Caso o índice seja necessário...
 - O *range-based for* não pode ser usado

Vigésimo Exemplo Usando Array em C++11

```
#include <iostream>
#include <array>

using namespace std;

int main () {
    array <int, 3> itens {{1, 2, 3}};

    cout << "itens antes da modificação: ";
    for (int item : itens) {
        cout << item << endl;
    }

    cout << "multiplicação dos itens por 2..." << endl;
    for (int &itemRef : itens) {
        itemRef *= 2;
    }

    cout << "itens depois da modificação: ";
    for (int item : itens) {
        cout << item << endl;
    }

    return 0;
}
```

Vigésimo Exemplo Usando Array em C++11

```
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> g++ -Wall -std=c++11 aula7-ex20.cpp -o a
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> ./a
itens antes da modificação: 1
2
3
multiplicação dos itens por 2...
itens depois da modificação: 2
4
6
```

```
    cout << "itens antes da modificação: ";
    for (int item : itens) {
        cout << item << endl;
    }

    cout << "multiplicação dos itens por 2..." << endl;
    for (int &itemRef : itens) {
        itemRef *= 2;
    }

    cout << "itens depois da modificação: ";
    for (int item : itens) {
        cout << item << endl;
    }

    return 0;
}
```

Vigésimo Exemplo Usando Array em C++11

E se fosse assim? Sem a referência...
O que seria impresso na tela?

```
int main () {
    array <int, 3> itens {{1, 2, 3}};

    cout << "itens antes da modificação: ";
    for (int item : itens) {
        cout << item << endl;
    }

    cout << "multiplicação dos itens por 2..." << endl;
    for (int item : itens) {
        item *= 2;
    }

    cout << "itens depois da modificação: ";
    for (int item : itens) {
        cout << item << endl;
    }

    return 0;
}
```

Vigésimo Exemplo Usando Array em C++11

```
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> g++ -Wall -std=c++11 aula7-ex20.cpp -o a
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> ./a
itens antes da modificação: 1
2
3
multiplicação dos itens por 2...
itens depois da modificação: 1
2
3
```

```
    cout << "itens antes da modificação: ";
    for (int item : itens) {
        cout << item << endl;
    }

    cout << "multiplicação dos itens por 2..." << endl;
    for (int item : itens) {
        item *= 2;
    }

    cout << "itens depois da modificação: ";
    for (int item : itens) {
        cout << item << endl;
    }

    return 0;
}
```

Range-based for no C++11 usando auto

- Palavra-chave: auto
 - Requer que o compilador determine por inferência o tipo da variável
 - Baseado no valor usado para inicializar a variável

- Sintaxe:

```
for (auto item : array)
```

Vigésimo Exemplo Usando Array em C++11

```
#include <iostream>
#include <array>

using namespace std;

int main () {
    array <int, 3> itens {{1, 2, 3}};

    cout << "itens antes da modificação: ";
    for (auto item : itens) {
        cout << item << endl;
    }

    cout << "multiplicação dos itens por 2..." << endl;
    for (auto &itemRef : itens) {
        itemRef *= 2;
    }

    cout << "itens depois da modificação: ";
    for (auto item : itens) {
        cout << item << endl;
    }

    return 0;
}
```

Vigésimo Exemplo Usando Array em C++11

```
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> g++ -Wall -std=c++11 aula7-ex20.cpp -o a
itaqua:~/disciplinas/linguagens/aulas/2017/programasC++11-C++14> ./a
itens antes da modificação: 1
2
3
multiplicação dos itens por 2...
itens depois da modificação: 2
4
6
```

```
array<int, 3> itens {1, 2, 3},

    cout << "itens antes da modificação: ";
    for (auto item : itens) {
        cout << item << endl;
    }

    cout << "multiplicação dos itens por 2..." << endl;
    for (auto &itemRef : itens) {
        itemRef *= 2;
    }

    cout << "itens depois da modificação: ";
    for (auto item : itens) {
        cout << item << endl;
    }

    return 0;
}
```


Exemplo: Ordenamento de Vetores

- Escreva um programa em C++ para ordenar uma sequência de inteiros utilizando o método do "insertion sort" e utilizando "vectors"



Exemplo: Ordenamento de Vetores

```
/*
 * Aula 7 - Exemplo 17 c/ vectors
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include <iomanip>
#include <vector>

using namespace std;

void insertionSort(vector <int> &);

int main() {
    const int arraySize = 10;
    int a [] = {34, 56, 4, 10, 77, 51, 93, 30, 5, 52};

    vector <int> unsorted(arraySize);
    vector <int> sorted(arraySize);

    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        unsorted [i] = a [i];

    cout << "Unsorted array:" << endl;

    for (int i = 0; i < arraySize; i++)
        cout << setw(4) << unsorted [i];
    cout << endl;
}
```

Exemplo: Ordenamento de Vetores

```
insertionSort(unsorted);
sorted = unsorted;

cout << "\nSorted array:" << endl;

for (int i = 0; i < arraySize; i++)
    cout << setw(4) << sorted [i];
cout << endl;

return 0;
}

void insertionSort(vector <int> &array) {
    int insert;
    for (int next = 1; next < array.size(); next++) {
        insert = array [next]; // Armazena o valor no elemento atual
        int moveItem = next; // Inicializa a localização para colocar o elemento

        while ((moveItem > 0) && (array [moveItem - 1] > insert)) {
            array [moveItem] = array [moveItem - 1];
            moveItem--;
        }
        array [moveItem] = insert;
    }
}
```

Leitura Recomendada

- Capítulos 7 do livro
 - Deitel, "*C++ How to Program*", 5th edition, Editora Prentice Hall, 2005