Linguagens de Programação

Prof. Miguel Elias Mitre Campista

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

Parte IV

Introdução à Programação em C++
(Continuação)

Relembrando da Última Aula...

- Polimorfismo
- Mais exemplos de programação orientada a objetos...

Templates

- Funções templates
  - Especificam um conjunto completo de funções (sobrecarregada) relacionadas
    - Cada uma é uma função template especializada
- Classes templates
  - Especificam um conjunto completo de classes relacionadas
    - Cada uma é uma classe template especializada

Funções Templates

- Funções sobrecarregadas
  - Operações **similares ou idênticas**
    - Tipos diferentes de dados

Operações similares e tipos diferentes

```
void print (int a) { cout << "Inteiro " << a ; }
void print (double a) { cout << "Double " << a ; }
```

Operações idênticas e tipos diferentes

```
void print (int a) { cout << a; }
void print (double a) { cout << a; }
```


Funções Templates

- Se as operações forem idênticas para cada tipo...
  - Funções podem ser escritas de maneira mais compacta
    - **Funções template**

```
void print (T a) { cout << "T " << a ; },
      T pode ser int ou double!
```

Funções Template

- Funções templates
  - Operações **idênticas**
    - Tipos diferentes de dados
  - Template de função única
    - Compilador gera código objeto para **cada função utilizada** em separado
  - Checagem de tipo
    - Diferente das macros em C

```
#define min(X, Y) ((X) < (Y) ? (X) : (Y))
```


Funções Template

- Definição de funções template
  - Palavra-chave: **template**
  - Lista tipos formais de parâmetros em parênteses angulares (< e >)
    - Precedido pela palavra-chave **class** ou **typename**
      - **class** e **typename** podem ser intercalados

```
template< class T >
template< typename ElementType >
template< class BorderType, class FillType >
```

    - Especifica tipos de:
      - Argumentos para funções, tipo de retorno de função e variáveis dentro da função

Primeiro Exemplo de Programa Usando Template em C++

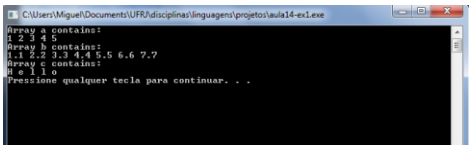
```
/*
 * Aula 14 – Exemplo 1
 * Programa Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
using namespace std;

// Difinição da função template printArray
template <class T>
void printArray (const T *array, const int count) {
      for (int i = 0; i < count; i++)
            cout << array [i] << ' ';
      cout << endl;
}

int main () {
    const int aCount = 5;
    const int bCount = 7;
    const int cCount = 6;

    int a [aCount] = {1, 2, 3, 4, 5};
    double b [bCount] = {1.1, 2.2, 3.3, 4.4, 5.5, 6.6, 7.7};
    char c [cCount] = "Hello";
```


Primeiro Exemplo de Programa Usando Template em C++

```
    cout << "Array a contains: " << endl;
    // Chama a especialização de função template de inteiro
    printArray (a, aCount);

    cout << "Array b contains:" << endl;
    // Chama a especialização de função template de double
    printArray( b, bCount );

    cout << "Array c contains:" << endl;
    // Chama a especialização de função template de char
    printArray( c, cCount );

    return 0;
}
```


Primeiro Exemplo de Programa Usando Template em C++

```
    cout << "Array a contains: " << endl;
    // Chama a especialização de função template de inteiro
    printArray (a, aCount);
```



Templates de Funções Sobrecarregadas

- Especialização de funções template relacionadas
  - Compilador usa resolução sobrecarregada para identificar a função que melhor se enquadra com a chamada no código fonte
  - Compilador deduz a substituição que deve ser feita entre o tipo do parâmetro do template e o tipo do parâmetro da chamada da função
  - Compilador compila a versão especializada que atenda a chamada no código fonte
    - No exemplo anterior, três versões especializadas foram criadas para **printArray**

Templates de Funções Sobrecarregadas

- Função template sobrecarregada
  - Outras funções templates com o mesmo nome
    - Parâmetros diferentes

```
printArray (const T *array, int count) e
printArray (const T *array, int count, int lowSubscript)
```

  - Funções que não são templates com o mesmo nome
    - Argumentos diferentes de função

```
printArray (const T *array, int count) e
printArray (const char *array, double count)
```


Templates de Funções Sobrecarregadas

- Função template sobrecarregada
  - Compilador realiza processo de identificação de padrão
    - Tenta achar o mesmo padrão do nome da função e dos tipos de argumentos
      - Compilador procura a função mais próxima da função chamada
        - » Ao encontrar, a utiliza
    - Se falhar,
      - Função template correspondente não é encontrada ou se houver mais de uma função que atende às características
        - » Compilador gera um erro

Classe Template

- Pilha (*stack*)
  - Estrutura LIFO (*Last-In-First-Out*)
- Classes templates
  - Programação genérica
  - Descreve pilha genericamente
    - Instanciação de versão de tipo específico
  - Tipos parametrizados
    - Requerem um ou mais tipos de parâmetros
      - Personaliza template de "classe genérica" para formar classe template especializada


```
/*
 * Aula 14 - Exemplo 2
 * Arquivo pilhaCap14Ex2.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef TSTACK1_H
#define TSTACK1_H

using namespace std;

template <class T>
class Stack {
      public:
            Stack (int = 10); // Construtor padrão

            // Destrutor
            ~Stack () {
                  delete [] stackPtr;
            }

            bool push (const T&);  // insere um elemento na pilha
            bool pop (T&);         // retira um elemento da pilha

            // Verifica se a Pilha está vazia
            bool isEmpty () const {
                  return top == -1;
            }

            // Verifica se a Pilha está cheia
            bool isFull () const {
                  return top == size - 1;
            }

            private:
                  int size;
                  int top;
                  T *stackPtr;
};
```

```
/*
 * Aula 14 - Exemplo 2
 * Arquivo pilhaCap14Ex2.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef TSTACK1_H
#define TSTACK1_H

using namespace std;

template <class T>
class Stack {
      public:
            Stack (int = 10); // Construtor padrão

            // Destrutor
            ~Stack () {
```

Classes template são precedidas pelo cabeçalho template <class T>

```
                  delete [] stackPtr;
            }

            bool push (const T&);  // insere um elemento na pilha
            bool pop (T&);         // retira um elemento da pilha

            // Verifica se a Pilha está vazia
            bool isEmpty () const {
                  return top == -1;
            }

            // Verifica se a Pilha está cheia
            bool isFull () const {
                  return top == size - 1;
            }

            private:
                  int size;
                  int top;
                  T *stackPtr;
};
```

Segundo Exemplo de Programa Usando Template em C++

```
template <class T>
Stack <T>::Stack (int s) {  // Construtor padrão
    size = s > 0 ? s : 10;
    top = -1;
    stackPtr = new T [size];
}

// insere elemento na pilha
// se bem sucedido, retorna verdadeiro; senão, retorna falso
template <class T>
bool Stack <T>::push (const T &pushValue) {
      if ( !isFull() ) {
            stackPtr [++top] = pushValue;  // coloca item na Pilha
            return true;  // inserção bem sucedida
      }
      return false;  // inserção mal sucedida
}

// retira elemento da pilha
// se bem sucedido, retorna verdadeiro; senão, retorna falso
template <class T>
bool Stack <T>::pop( T &popValue ) {
      if ( !isEmpty() ) {
            popValue = stackPtr[ top-- ];  // remove item da pilha
            return true;  // remoção bem sucedida
      }
      return false;  // remoção mal sucedida
}

#endif
```

Segundo Exemplo de Programa Usando Template em C++

```
template <class T>
Stack <T>::Stack (int s) {  // Construtor padrão
    size = s > 0 ? s : 10;
    top = -1;
    stackPtr = new T [size];
}

// insere elemento na pilha
```

Funções membro de classe template são também funções template, portanto devem ser precedidas por `template <class T>`

O operador de resolução de escopo (`Stack <T>`) é utilizado para associar as funções membro ao escopo da classe template

```
        return false;  // remoção mal sucedida
}

#endif
```

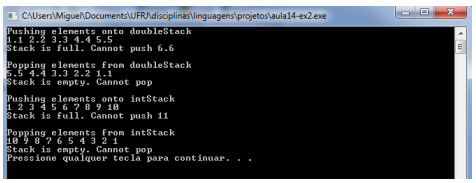
```
/*
 * Aula 14 - Exemplo 2
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include "pilhaCap14Ex2.h"

int main() {
        Stack <double> doubleStack (5);
        double doubleValue = 1.1;

        cout << "Pushing elements onto doubleStack\n";

        while (doubleStack.push (doubleValue)) {
              cout << doubleValue << ' ';
              doubleValue += 1.1;
        }

        cout << "\nStack is full. Cannot push " << doubleValue
             << "\n\nPopping elements from doubleStack\n";

        while (doubleStack.pop (doubleValue))
              cout << doubleValue << ' ';

        cout << "\nStack is empty. Cannot pop\n";

        Stack< int > intStack;
        int intValue = 1;
        cout << "\nPushing elements onto intStack\n";

        while (intStack.push (intValue)) {
              cout << intValue << ' ';
              ++intValue;
        }
```

Segundo Exemplo de Programa Usando Template em C++

```
        cout << "\nStack is full. Cannot push " << intValue
             << "\n\nPopping elements from intStack\n";

        while (intStack.pop (intValue))
              cout << intValue << ' ';

        cout << "\nStack is empty. Cannot pop\n";

        return 0;
}
```


Segundo Exemplo de Programa Usando Template em C++

```
        cout << "\nStack is full. Cannot push " << intValue
             << "\n\nPopping elements from intStack\n";
```



Terceiro Exemplo de Programa Usando Template em C++

- Já que as operações realizadas sobre as pilhas de doubles e de inteiros foram as mesmas...
  - Encher e depois esvaziar a pilha

Cria-se uma função template para realizar a mesma sequência de operações independente do tipo dos dados inseridos na pilha

Terceiro Exemplo de Programa Usando Template em C++

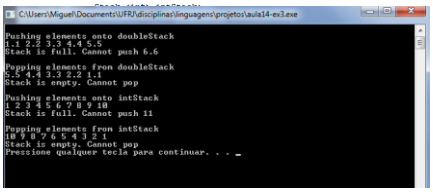
```
/*
 * Aula 14 - Exemplo 3
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include "pilhaCap14Ex3.h"

// função template para manipular Stack< T >
templatec class T >
void testStack(
     Stack< T > &theStack,    // referência para Stack< T >
     T value,                 // valor inicial para inserir
     T increment,             // incremento para valores subsequentes
     const char *stackName ) // nome do objeto Stack < T >
     {
          cout << "\nPushing elements onto " << stackName << '\n';

          while ( theStack.push( value ) ) {
                cout << value << ' ';
                value += increment;
          }

          cout << "\nStack is full. Cannot push " << value
               << "\n\nPopping elements from " << stackName << '\n';

          while ( theStack.pop( value ) )
                cout << value << ' ';
          cout << "\nStack is empty. Cannot pop\n";
}
```

Terceiro Exemplo de Programa Usando Template em C++

```
int main() {
        Stack <double> doubleStack (5);
        Stack <int> intStack;

        testStack( doubleStack, 1.1, 1.1, "doubleStack" );
        testStack( intStack, 1, 1, "intStack" );

        return 0;
}
```


Terceiro Exemplo de Programa Usando Template em C++

```
int main() {
        Stack <double> doubleStack (5);
```



Classe Template e Parâmetros sem Tipo

- Classes templates
  - Parâmetros template sem tipo
    - Argumentos padrão
    - Tratados como `const`'s
    - Ex.:

```
template< class T, int elements >
Stack< double, 100 > mostRecentSalesFigures;
```

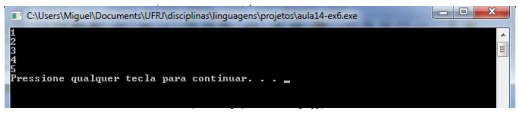
      - Declara objeto do tipo `Stack< double, 100> pilha`
      - Na classe poderia ser declarado um array `a [elements];`
    - Também podem ser usados em funções

Classe Template e Parâmetros sem Tipo

```
/*
 * Aula 14 - Exemplo 6
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

template <typename T, int elementos>
void printArray (T *a) {
     for (int i = 0; i < elementos; i++)
          cout << a [i] << endl;
}

int main(int argc, char *argv[])
{
    int array [] = {1, 2, 3, 4, 5};


    printArray <int, 5> (array);

    return 0;
}
```


Classe Template e Parâmetros sem Tipo

```
/*
 * Aula 14 - Exemplo 6
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
```




```
{
    int array [] = {1, 2, 3, 4, 5};


    printArray <int, 5> (array);

    return 0;
}
```


Classe Template e Parâmetros sem Tipo

```
/*
 * Aula 14 - Exemplo 6
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

template <typename T, int elementos>
void printArray (T *a) {
     for (int i = 0; i < elementos; i++)
          cout << a [i] << endl;
}

int main(int argc, char *argv[])
{
    int array [] = {1, 2, 3, 4, 5};
    int elementos = 5;

    printArray <int, elementos> (array);

    return 0;
}
```

Classe Template e Parâmetros sem Tipo

```
/*
 * Aula 14 - Exemplo 6
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

template <typename T, int elementos>
void printArray (T *a) {
     for (int i = 0; i < elementos; i++)
          cout << a [i] << endl;
}

int main(int argc, char *argv[])
{
    int array [] = {1, 2, 3, 4, 5};
    int elementos = 5;

    printArray <int, elementos> (array);

    return 0;
}
```

E agora? Posso utilizar uma variável inteira?

Classe Template e Parâmetros sem Tipo

```
/*
 * Aula 14 - Exemplo 6
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

template <typename T, int elementos>
void printArray (T *a) {
     for (int i = 0; i < elementos; i++)
          cout << a [i] << endl;
}

int main(int argc, char *argv[])
{
    int array [] = {1, 2, 3, 4, 5};
    int elementos = 5;

    printArray <int, elementos> (array);

    return 0;
}
```

```
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...  In function 'int main(int, char**)':
21  C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...  'elementos' cannot appear in a constant-expression
21  C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...  template argument 2 is invalid
21  C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...  no matching function for call to 'printArray(int[5])'
    C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\...  [Build Error] exe: "" [aula14-ex6.o] Error 1
```


Classe Template e Parâmetros sem Tipo

```
/*
 * Aula 14 - Exemplo 6
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

using namespace std;

template <typename T, int elementos>
void printArray (T *a) {
     for (int i = 0; i < elementos; i++)
          cout << a [i] << endl;
}

int main(int argc, char *argv[])
{
    int array [] = {1, 2, 3, 4, 5};
    const int elementos = 5;

    printArray <int, elementos> (array);

    return 0;
}
```

E agora? Posso utilizar uma constante inteira?

Classe Template e Parâmetros sem Tipo

```
/*
 * Aula 14 - Exemplo 6
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>

int main(int argc, char *argv[])
{
    int array [] = {1, 2, 3, 4, 5};
    const int elementos = 5;

    printArray <int, elementos> (array);

    return 0;
}
```

```
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\disciplinas\linguagens\projetos\aula14-ex6.exe
1
2
3
4
5
Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```


Classe Template e Parâmetros sem Tipo

- Classes templates
  - Parâmetro tipados
    - Tipo padrão
    - Ex.: `template< class T = string >`
      - Declara objeto do tipo `Stack<> pilha;`
    - Não podem ser usados em funções

Classe Template e Parâmetros sem Tipo

- Sobrecarregando classes templates
  - Classe para tipo especializado definido explicitamente
    - Não usa nada da classe template original e pode até implementar suas próprias funções membro
      - Empregada quando um determinado tipo ou classe exige funções membro específicas
  - Ex.:

```
template<>
class Array< Martian > {
  // corpo da definição de classe
};
```

Objetos da classe Martian exigem um construtor padrão e funções membro próprias

Classe Template e Parâmetros sem Tipo

```
#include <iostream>
#include <string>

using namespace std;

template <class T>
class SimpleStack {
        public:
        SimpleStack () {
                cout << "Construtor na pilha simples!" << endl;
        }

        ~SimpleStack () {
                cout << "Destrutor na pilha simples!" << endl;
        }
};

template <>
class SimpleStack <string> {
        public:
        SimpleStack () {
                cout << "Construtor na pilha string!" << endl;
        }

        ~SimpleStack () {
                cout << "Destrutor na pilha string!" << endl;
        }
};
```

Classe Template e Parâmetros sem Tipo

```
#include <iostream>
#include <string>
#include "aula14-ex8-template.h"

using namespace std;

int main() {
    SimpleStack <int> s;
    SimpleStack <string> ss;

    return 0;
}
```


Classe Template e Parâmetros sem Tipo

```
#include <iostream>
#include <string>
#include "aula14-ex8-template.h"

using namespace std;

int main() {
    SimpleStack <int> s;
    SimpleStack <string> ss;

    return 0;
}
```

```
miguel@pegasus-linux:~$ g++ -Wall aula14-ex8.cpp -o a
miguel@pegasus-linux:~$ ./a
Construtor na pilha simples!
Construtor na pilha string!
Destrutor na pilha string!
Destrutor na pilha simples!
```


Templates e Herança

- Há muitas maneiras de relacionar templates e herança
  - Classe template derivada de classe template especializada
  - Classe template derivada de classe que não é template
  - Classe template especializada derivada de classe template especializada
  - Classe não template derivada de classe template especializada

Template e `friend`

- "Amizade" entre classe template e...
  - Função global
  - Função membro de outra classe
    - Possivelmente uma classe template especializada
  - Classe inteira
    - Possivelmente uma classe template especializada

Template e `friend`

- Funções **`friend`**
  - Na definição de **`template< class T > class X`**
    - **`friend void f1();`**
      - **`f1()`** **`friend`** de todas as classes template especializadas
    - **`friend void f2( X< T > & );`**
      - **`f2( X< float > & )`** **`friend`** de **`X< float >`** somente,
        `f2( X< double > & )` **`friend`** de **`X< double >`** somente,
        `f2( X< int > & )` **`friend`** de **`X< int >`** somente,
        ...

Template e friend

- Funções **friend**
  - Na definição de **template< class T > class X**
    - **friend void A::f4();**
      - Função membro **f4** da classe **A** **friend** de todas as classes template especializadas
    - **friend void C< T >::f5(X< T > &);**
      - Função membro **C<float>::f5(X< float> &)** **friend** da **class X<float>** somente

Template e friend

- *Classes* **friend**
  - Na definição de **template< class T > class X**
    - **friend class Y;**
      - Toda função membro de **Y** é friend de toda classe template especializada
    - **friend class Z<T>;**
      - **class Z<float>** **friend** da classe template especializada **X<float>**, etc.

Template e friend

```
#include <iostream>

using namespace std;

template <class T>
class F {
      public:
            void printArray (T &a) {
                  for (int i = 0; i < a.size; i++) {
                        cout << a.array [i] << endl;
                  }
            }
};
```


Template e friend

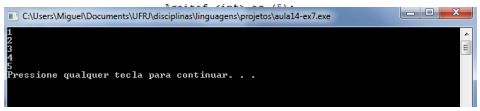
```
#include <iostream>
#include "friendCap14Ex7.h"

using namespace std;

template <class T>
class Aceitaf {
      friend class F < Aceitaf<T> >;

      public:
            Aceitaf (int s) : size (s), array (new T [s]) {}
            ~Aceitaf () { delete [] array; }
            void insere (T elemento) {
                  static int index = 0;
                  array [index++] = elemento;
            }

      private:
             T *array;
             int size;
};
```


Template e friend

```
#include <iostream>
#include "aceitafCap14Ex7.h"

using namespace std;

int main() {
    Aceitaf <int> ac (5);
    F <Aceitaf <int> > f;

    ac.insere (1);
    ac.insere (2);
    ac.insere (3);
    ac.insere (4);
    ac.insere (5);

    f.printArray (ac);

    return 0;
}
```


Template e friend

```
#include <iostream>
#include "aceitafCap14Ex7.h"

using namespace std;

int main() {
```




```
    f.printArray (ac);

    return 0;
}
```

Templates e Membros `static`

- Classe que **não é template**
  - Membros de dados estáticos (`static`) são compartilhados entre todos os objetos
- Classe **template**
  - Cada classe especializada tem a sua própria cópia do membro de dados estático e de funções membro (`static`)
    - Todos os objetos da mesma classe especializada compartilham os dados estáticos
  - Variáveis estáticas (`static`) devem ser inicializadas em escopo de arquivo
    - Como das classes que não são templates

Exemplo 1

- Escreva um programa que implemente a classe template List que retira elementos de uma fila na mesma ordem que foram inseridos (esquema first-in first-out FIFO)

?

Exemplo 1

```
/*
 * Aula 14 - Exemplo 4
 * Arquivo listaCap14Ex4.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef TLIST1_H
#define TLIST1_H

using namespace std;

template <class T>
class List {
      public:
            List (int = 10); // Construtor padrão

            // Destrutor
            ~List () {
                  delete [] listPtr;
            }

            bool push (const T&);  // insere um elemento na Lista
            bool pop (T&);         // retira um elemento da Lista

            // Verifica se a Lista está vazia
            bool isEmpty () const {
                  return top == -1;
            }

            // Verifica se a Lista está cheia
            bool isFull () const {
                  return top == size - 1;
            }
```


Exemplo 1

```
      private:
            int size;
            int top;
            T *listPtr;
};

template <class T>
List <T>::List (int s) {  // Construtor padrão
    size = s > 0 ? s : 10;
    top = -1;
    listPtr = new T [size];
}

// insere elemento na lista
// se bem sucedido, retorna verdadeiro; senão, retorna falso
template <class T>
bool List <T>::push (const T &pushValue) {
      if ( !isFull() ) {
            listPtr [++top] = pushValue;  // coloca item na Pilha
            return true;  // inserção bem sucedida
      }
      return false;  // inserção mal sucedida
}
```


Exemplo 1

```
// retira elemento da lista
// se bem sucedido, retorna verdadeiro; senão, retorna falso
template <class T>
bool List <T>::pop( T &popValue ) {
      if ( !isEmpty() ) {
            popValue = listPtr[0];  // remove item da lista
            for (int i = 0; i < top; i++)
                  listPtr [i] = listPtr [i+1];
            --top;
            return true;  // remoção bem sucedida
      }
      return false;  // remoção mal sucedida
}

#endif
```


Exemplo 1

```
/*
 * Aula 14 - Exemplo 4
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include "listaCap14Ex4.h"

int main() {
      List <double> doubleList (5);
      double doubleValue = 1.1;

      cout << "Pushing elements onto doubleList\n";

      while (doubleList.push (doubleValue)) {
            cout << doubleValue << ' ';
            doubleValue += 1.1;
      }

      cout << "\nList is full. Cannot push " << doubleValue
           << "\n\nPopping elements from doubleList\n";

      while (doubleList.pop (doubleValue))
            cout << doubleValue << ' ';

      cout << "\nList is empty. Cannot pop\n";

      List< int > intList;
      int intValue = 1;
      cout << "\nPushing elements onto intList\n";

      while (intList.push (intValue)) {
            cout << intValue << ' ';
            ++intValue;
      }
```

Exemplo 1

```
        cout << "\nList is full. Cannot push " << intValue
             << "\n\nPopping elements from intList\n";

        while (intList.pop (intValue))
              cout << intValue << ' ';

        cout << "\nList is empty. Cannot pop\n";

        return 0;
}
```


Exemplo 1

```
        cout << "\nList is full. Cannot push " << intValue
             << "\n\nPopping elements from intList\n";
```

```
C:\Users\Miguel\Documents\UFRJ\disciplinas\linguagens\projetos\aula14-ex4.exe
Pushing elements onto doubleList
1.1 2.2 3.3 4.4 5.5
List is full. Cannot push 6.6

Popping elements from doubleList
1.1 2.2 3.3 4.4 5.5
List is empty. Cannot pop

Pushing elements onto intList
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
List is full. Cannot push 11

Popping elements from intList
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
List is empty. Cannot pop
Pressione qualquer tecla para continuar. . .
```


Exemplo 2

- Escreva um programa que implemente a classe template SonList que herda da classe List do Exemplo 1 e adiciona o método testList, semelhante ao método do segundo exemplo desta aula.

?

Exemplo 2

```
/*
 * Aula 14 - Exemplo 5
 * Arquivo listaCap14Ex5.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef TLIST1_H
#define TLIST1_H

using namespace std;

template <class T>
class List {
      public:
            List (int = 10); // Construtor padrão

            // Destrutor
            ~List () {
                  delete [] listPtr;
            }

            bool push (const T&);  // insere um elemento na lista
            bool pop (T&);         // retira um elemento da lista

            // Verifica se a Lista está vazia
            bool isEmpty () const {
                  return top == -1;
            }

            // Verifica se a Lista está cheia
            bool isFull () const {
                  return top == size - 1;
            }
```


Exemplo 2

```
      private:
            int size;
            int top;
            T *listPtr;
};

template <class T>
List <T>::List (int s) {  // Construtor padrão
    size = s > 0 ? s : 10;
    top = -1;
    listPtr = new T [size];
}

// insere elemento na lista
// se bem sucedido, retorna verdadeiro; senão, retorna falso
template <class T>
bool List <T>::push (const T &pushValue) {
      if ( !isFull() ) {
            listPtr [++top] = pushValue;  // coloca item na Lista
            return true;  // inserção bem sucedida
      }
      return false;  // inserção mal sucedida
}
```


Exemplo 2

```
// retira elemento da lista
// se bem sucedido, retorna verdadeiro; senão, retorna falso
template <class T>
bool List <T>::pop( T &popValue ) {
      if ( !isEmpty() ) {
            popValue = listPtr[0];  // remove item da lista
            for (int i = 0; i < top; i++)
                  listPtr [i] = listPtr [i+1];
            --top;
            return true;  // remoção bem sucedida
      }
      return false;  // remoção mal sucedida
}
```

Exemplo 2

```
/*
 * Aula 14 - Exemplo 5
 * Arquivo listaCap14Ex5.h
 * Autor: Miguel Campista
 */
#ifndef TLIST2_H
#define TLIST2_H

#include "listaCap14Ex5.h"

using namespace std;

template <class T>
class SonList : public List <T> {
      public:
            SonList (int = 10);
            ~SonList () {}

            void testList (SonList<T> &, T, T, const char *);

};

// Construtor padrão
template <class T>
SonList <T>::SonList (int s) : List <T> (s){}
```


Exemplo 2

```
// função template para manipular Stack< T >
template <class T>
void SonList <T>::testList (
      SonList <T> &theList,   // referência para List< T >
      T value,                // valor inicial para inserir
      T increment,            // incremento para valores subsequentes
      const char *listName ) // nome do objeto List< T >
      {
            cout << "\nPushing elements onto " << listName << '\n';

            while ( theList.push( value ) ) {
                  cout << value << ' ';
                  value += increment;
            }

            cout << "\nList is full. Cannot push " << value
                 << "\n\nPopping elements from " << listName << '\n';

            while ( theList.pop( value ) )
                  cout << value << ' ';
            cout << "\nList is empty. Cannot pop\n";
}

#endif
```



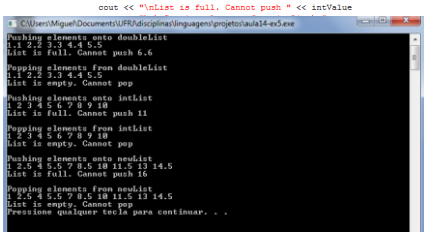
```
/*
 * Aula 14 - Exemplo 5
 * Arquivo Principal
 * Autor: Miguel Campista
 */
#include <iostream>
#include "sonlistaCap14Ex5.h"

int main() {
        SonList <double> doubleList (5);
        double doubleValue = 1.1;

        cout << "Pushing elements onto doubleList\n";

        while (doubleList.push (doubleValue)) {
              cout << doubleValue << ' ';
              doubleValue += 1.1;
        }

        cout << "\nList is full. Cannot push " << doubleValue
             << "\n\nPopping elements from doubleList\n";

        while (doubleList.pop (doubleValue))
              cout << doubleValue << ' ';

        cout << "\nList is empty. Cannot pop\n";

        SonList< int > intList;
        int intValue = 1;
        cout << "\nPushing elements onto intList\n";

        while (intList.push (intValue)) {
              cout << intValue << ' ';
              ++intValue;
        }
```

Exemplo 2

```
        cout << "\nList is full. Cannot push " << intValue
             << "\n\nPopping elements from intList\n";

        while (intList.pop (intValue))
              cout << intValue << ' ';

        cout << "\nList is empty. Cannot pop\n";

        SonList< double > newList;
        newList.testList ( newList, 1.0, 1.5, "newList" );

        return 0;
}
```


Exemplo 2

```
cout << "\nList is full. Cannot push " << intValue
```



Leitura Recomendada

- Capítulos 14 do livro
  - Deitel, "*C++ How to Program*", 5th edition, Editora Prentice Hall, 2005