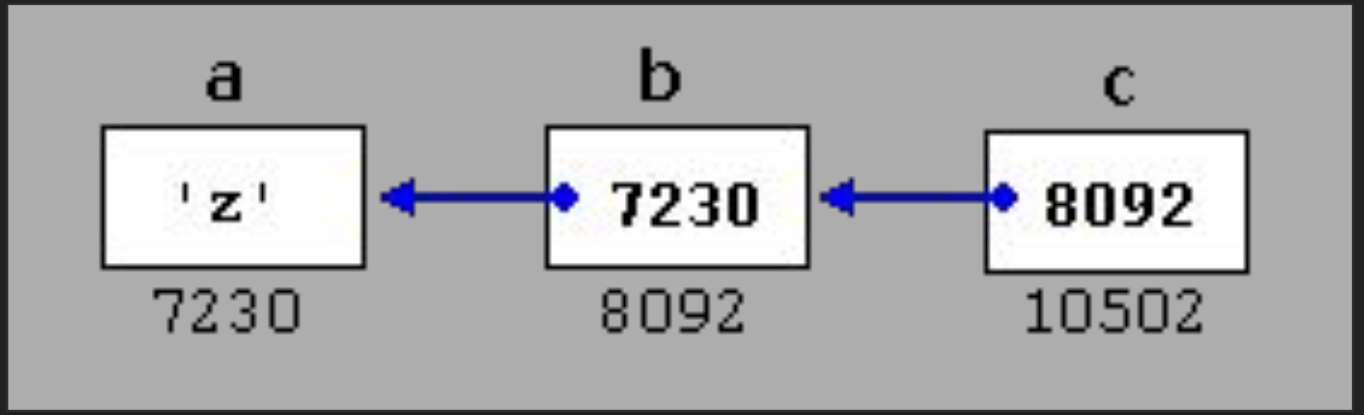
SCC0222 - Laboratório de Introdução à Ciência de Computação I

Alocação Dinâmica

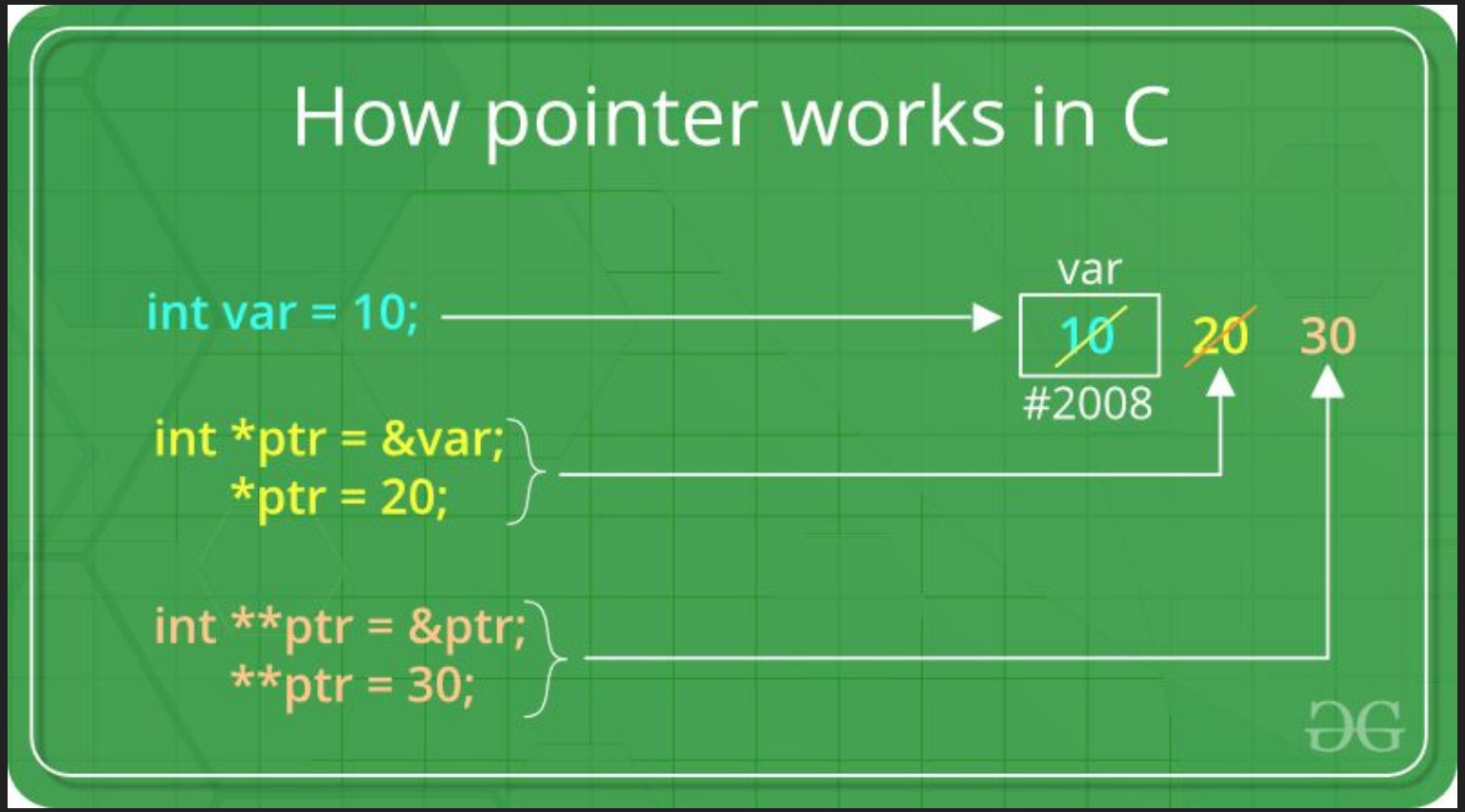
Prof.: Leonardo Tórtoro Pereira

leonardop@usp.br

Ponteiros?



Fonte: http://www.cplusplus.com/doc/tutorial/pointers/



Fonte: https://www.geeksforgeeks.org/pointers-in-c-and-c-set-1-introduction-arithmetic-and-array/

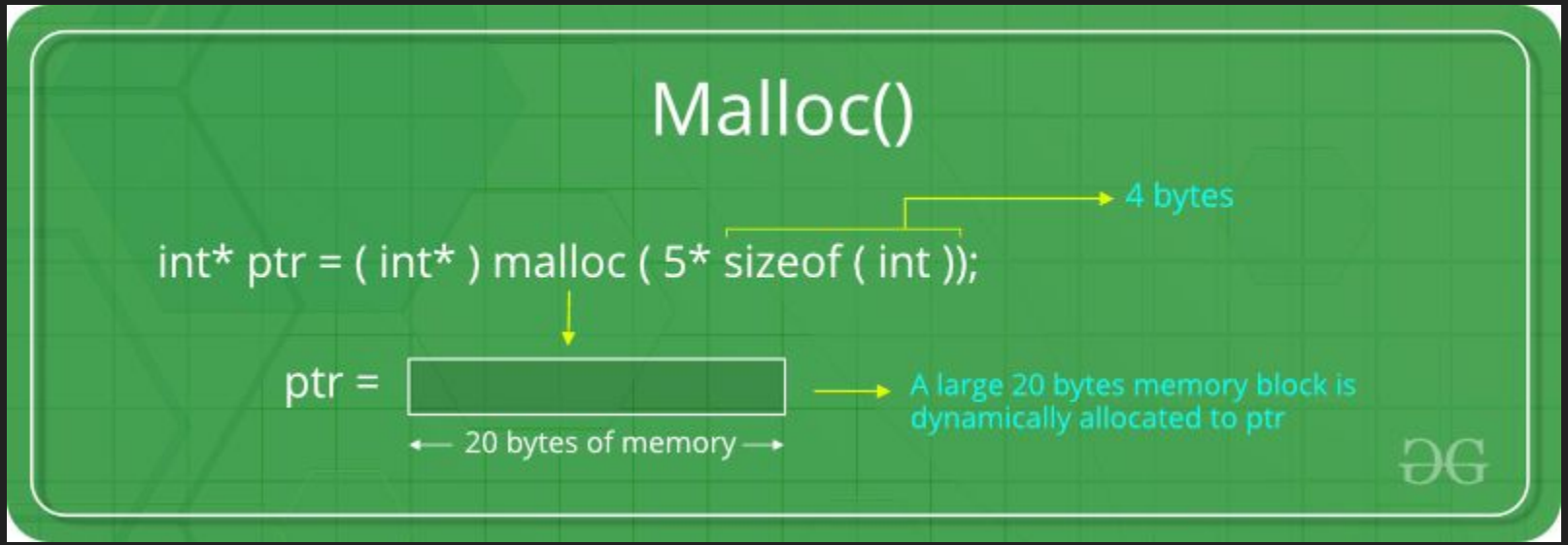
Alocação Dinâmica

Alocação dinâmica [4]

- Ponteiros também são usados como um receptáculo para regiões de memória alocadas dinamicamente
- Isso é muito útil quando desejamos usar vetores, strings, matrizes, etc. de tamanhos variados, ou dos quais não sabemos o tamanho a tempo de compilação
- Para tal, temos 4 funções da *stdlib*
  - *malloc(), calloc(), free()* e *realloc()*

Alocação dinâmica [4]

- ➔ *malloc()* vem de "*memory allocation*", e serve para alocar um único bloco de memória com o tamanho especificado
- ➔ Retorna um ponteiro de tipo *void* que pode receber *cast* para um ponteiro de qualquer forma
- ➔ `ptr = (cast-type*) malloc(byte-size)`
- ➔ É costume usar o *sizeof()* para indicar o tamanho do tipo a ser alocado, e multiplicá-lo pela quantidade de unidades daquele tipo que deseja-se alocar



Fonte: https://www.geeksforgeeks.org/dynamic-memory-allocation-in-c-using-malloc-calloc-free-and-realloc/

Ponteiros [4]

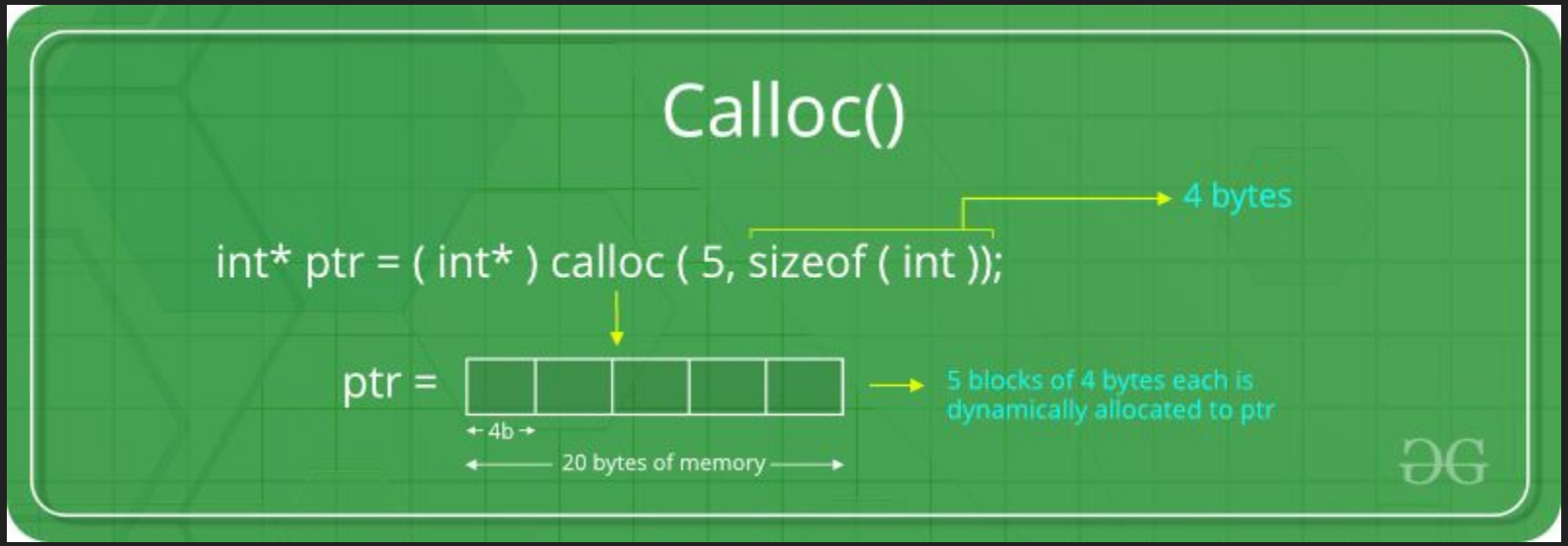
```c
int main() {
    int *ptr, n = 5, i;
    printf("Enter number of elements: %d\n", n);
    ptr = (int*)malloc(n * sizeof(int));
    if (ptr == NULL) {
        printf("Memory not allocated.\n");
        exit(0);
    }
    else {
        printf("Memory successfully allocated using malloc.\n");
        for (i = 0; i < n; ++i)
            ptr[i] = i + 1;
        printf("The elements of the array are: ");
        for (i = 0; i < n; ++i)
            printf("%d, ", ptr[i]);
    }
    free (prt);
    return 0;
}
```

Alocação dinâmica [4]

- Se a alocação falhar (caso não tenha mais memória disponível) ela retorna um ponteiro *NULL*
  - É importante verificar isso sempre!
- Caso deseje-se inicializar todos os valores com 0, a função *calloc()* faz exatamente isso
  - A sintaxe é similar à do *malloc*(), exceto que o tamanho de cada elemento é passado separadamente
  - `ptr = (cast-type*)calloc(n, element-size);`

Alocação dinâmica [4]

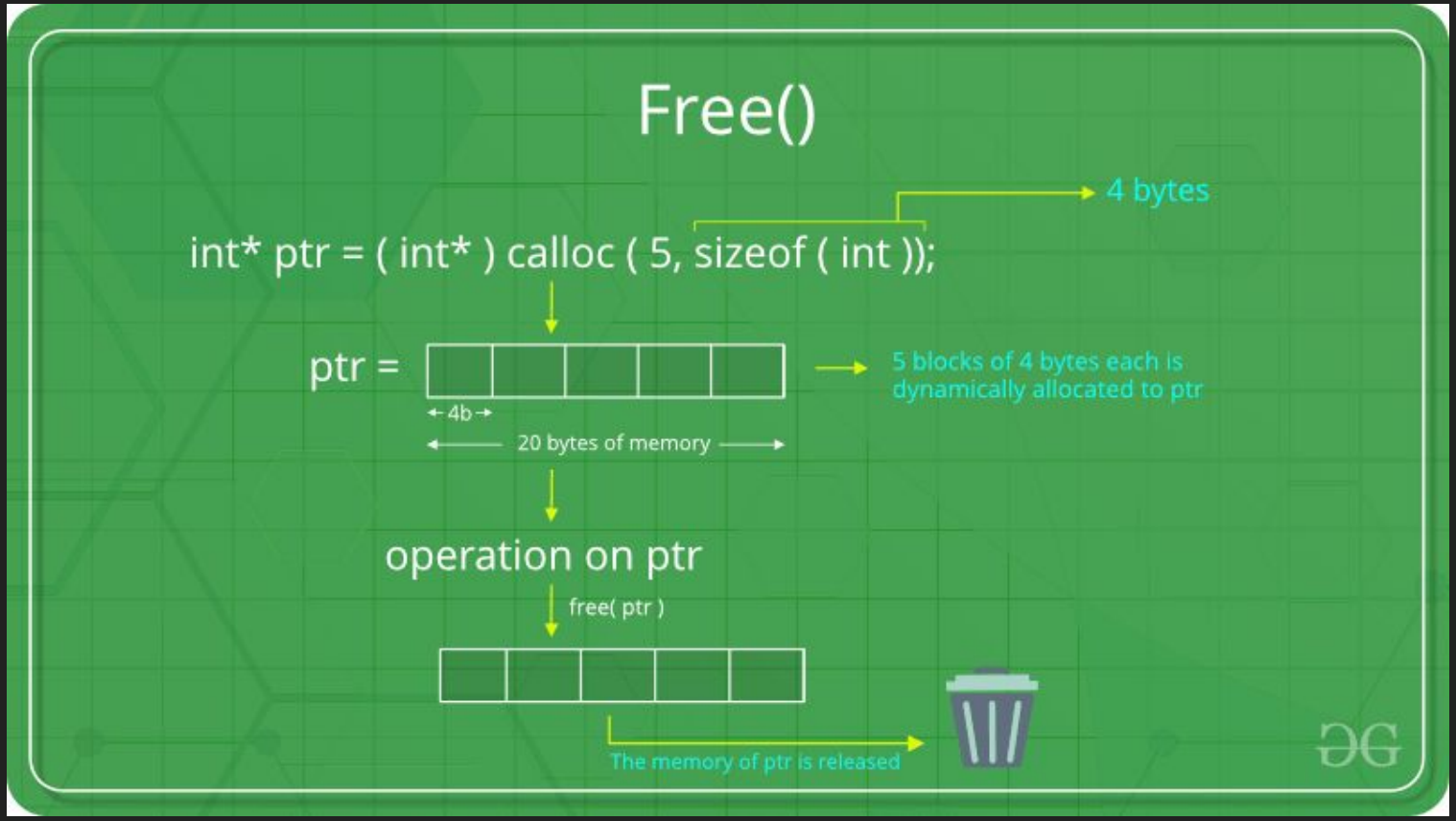
- Deve-se “desalocar” TODA memória alocada dinamicamente com o método *free()*.
  - O programa não libera ela automaticamente!
- Fazer isso para todos os “níveis” de ponteiros alocados
  - Ver próxima seção



Fonte: https://www.geeksforgeeks.org/dynamic-memory-allocation-in-c-using-malloc-calloc-free-and-realloc/

Ponteiros [4]

```c
int main() {
    int *ptr, n = 5, i;
    printf("Enter number of elements: %d\n", n);
    ptr = (int*)calloc(n * sizeof(int));
    if (ptr == NULL) {
        printf("Memory not allocated.\n");
        exit(0);
    }
    else {
        printf("Memory successfully allocated using malloc.\n");
        printf("The elements of the array are: ");
        for (i = 0; i < n; ++i)
            printf("%d, ", ptr[i]);
    }
    free(ptr);
    return 0;
}
```



Fonte: https://www.geeksforgeeks.org/dynamic-memory-allocation-in-c-using-malloc-calloc-free-and-realloc/

Alocação dinâmica [5]

- A função *free()* apenas libera o espaço de memória reservado pelas funções de alocação
  - O espaço fica disponível para que outras chamadas para tais funções possam usá-lo
  - Mas o ponteiro ainda aponta para a mesma região de memória
    - Ela só não é mais válida!

Alocação dinâmica [5]

- Se o ponteiro que é passado para *free()* for NULL
  - A função não faz nada
- Se ele não aponta para um bloco de memória reservado pelas funções de alocação de memória
  - Causa comportamento indefinido

realloc()

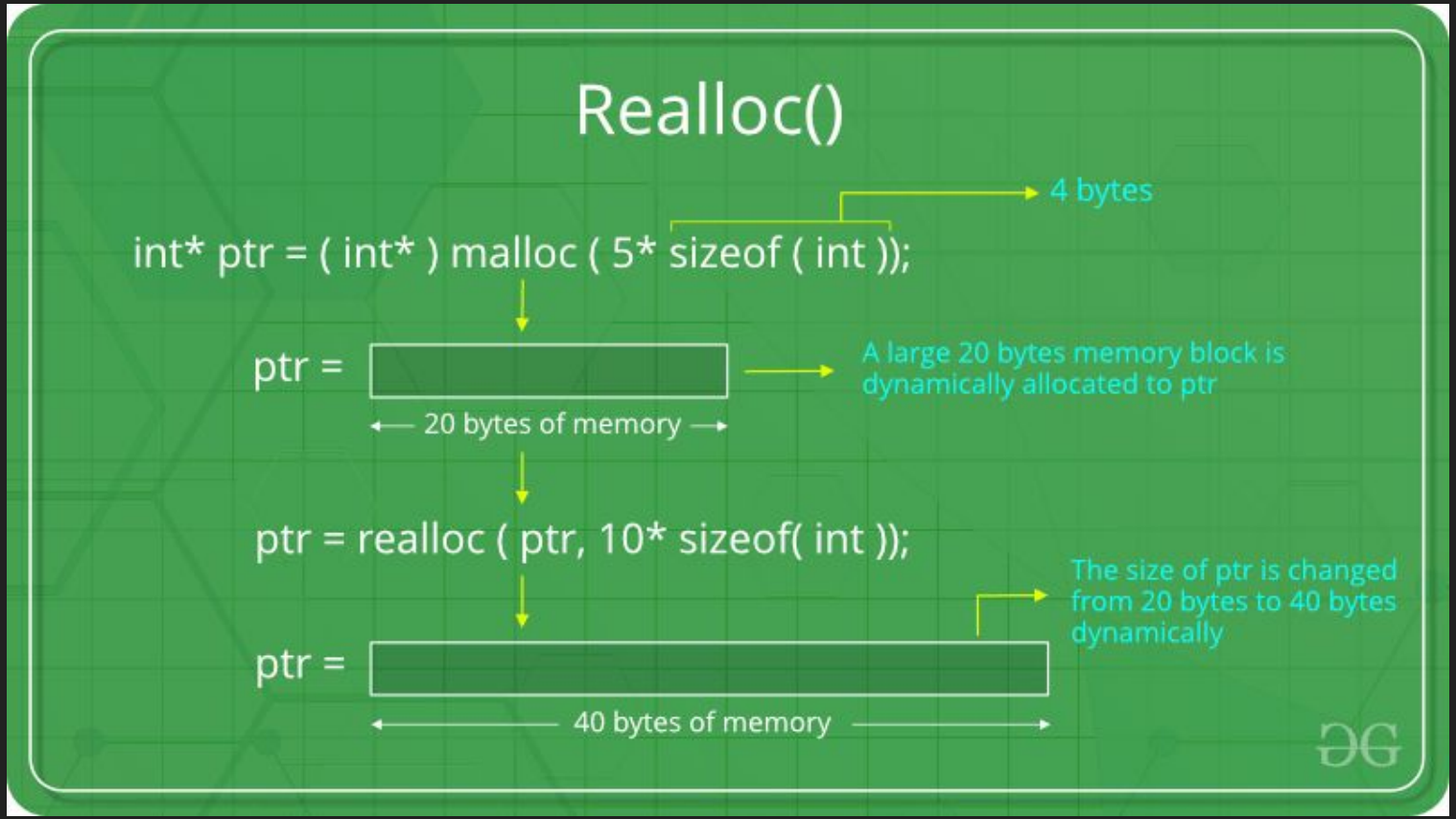
Alocação dinâmica [6]

- O método *realloc(ptr, size)* muda o tamanho do bloco de memória que o ponteiro *ptr* aponta para
- Caso não seja possível estender o bloco atual para o tamanho desejado, a função move o bloco para outro local
  - Por isso ela retorna um ponteiro!

Alocação dinâmica [6]

- O conteúdo no bloco de memória é preservado até o menor tamanho entre o antigo e o novo, mesmo se ele for movido
  - Se o novo bloco for maior, os blocos novos tem valor indeterminado
- Se o ponteiro *ptr* for NULL, a função age como o *malloc*

```c
// Exemplo em http://www.cplusplus.com/reference/cstdlib/realloc/
int main () {
  int input,n, count = 0, *numbers = NULL, *more_numbers = NULL;
  do {
     printf ("Enter an integer value (0 to end): ");
     scanf ("%d", &input);
     count++;
     more_numbers = (int*) realloc (numbers, count * sizeof(int));
     if (more_numbers!=NULL) {
       numbers=more_numbers;
       numbers[count-1]=input;
     }
     else {
       free (numbers);
       puts ("Error (re)allocating memory");
       exit (1);
     }
  } while (input!=0);
  printf ("Numbers entered: ");
  for (n=0;n<count;n++) printf ("%d ",numbers[n]);
  free (numbers);
  return 0;
}
```



Fonte: https://www.geeksforgeeks.org/dynamic-memory-allocation-in-c-using-malloc-calloc-free-and-realloc/

Alocação dinâmica [4]

- Quando usamos *realloc* em um ponteiro passado para uma função corremos o risco de perder a referência original dele fora do escopo da função!
- Não devemos dar *realloc* em ponteiros em uma função se não retornarmos este (possível) novo ponteiro
- Uma alternativa é passar um ponteiro para o ponteiro que será realocado!

Exemplo Realloc em Funções

```c
//Retornando o ponteiro realocado
char* concatStrings(char* string1, char* string2) {
    //String1 + String2 + \n + espaço
    int newSize = strlen(string1) + strlen(string2) + 2;
    int index1 = strlen(string1);
    string1 = (char*) realloc(string1, sizeof(char)*newSize);
    string1[index1++] = ' ';
    int index2 = 0;
    while(string2[index2] != '\0') {
        string1[index1++] = string2[index2++];
    }
    string1[index1] = '\0';
    return string1;
}
```

Exemplo Realloc em Funções

```
int main(){
    char* stringPtr = NULL;
    char string1[] = "fique";
    char string2[] = "em";
    char string3[] = "casa";
    stringPtr = (char*) malloc(sizeof(char)*strlen(string1));
    strcpy(stringPtr, string1);
    printf("\n%s\n", stringPtr);
    stringPtr = concatStrings(&stringPtr, string2);
    printf("\n%s\n", stringPtr);
    stringPtr = concatStrings(&stringPtr, string3);
    printf("\n%s\n", stringPtr);
    return 0;
}
```

Alternativa também correta:

```
//Usando ponteiro para o ponteiro a ser realocado
void concatStrings2(char** string1, char* string2){
    //String1 + String2 + \n + espaço
    int newSize = strlen(*string1) + strlen(string2) + 2;
    int index1 = strlen(*string1);
    *string1 = (char*) realloc(*string1, sizeof(char)*newSize);
    (*string1)[index1++] = ' ';
    int index2 = 0;
    while(string2[index2] != '\0')    {
        (*string1)[index1++] = string2[index2++];
    }
    (*string1)[index1] = '\0';
}
```

Alternativa errada:

```
//Não retornando o ponteiro reallocado - ERRADO!!!
void concatStringsWrong(char* string1, char* string2){
    //String1 + String2 + \n + espaço
    int newSize = strlen(string1) + strlen(string2) + 2;
    int index1 = strlen(string1);
    string1 = (char*) realloc(string1, sizeof(char)*newSize*100);
    string1[index1++] = ' ';
    int index2 = 0;
    while(string2[index2] != '\0')    {
        string1[index1++] = string2[index2++];
    }
    string1[index1] = '\0';
}
```

Referências

1. http://www.cplusplus.com/doc/tutorial/pointers/
2. https://www.geeksforgeeks.org/pointer-vs-array-in-c/
3. https://www.geeksforgeeks.org/pointers-in-c-and-c-set-1-introduction-arithmetic-and-array/
4. https://www.geeksforgeeks.org/dynamic-memory-allocation-in-c-using-malloc-calloc-free-and-realloc/
5. http://www.cplusplus.com/reference/cstdlib/free/
6. http://www.cplusplus.com/reference/cstdlib/realloc/