Qué vimos? Recursión

- Especificación de un proceso basado en su propia definición. Involucra:
  - Una o más soluciones triviales (directas)
  - Una o más soluciones que recurren en el mismo problema, directa o indirectamente

Recursión

Factorial de un número

$$\mathbf{n!} = \begin{cases} \Rightarrow \mathbf{1} & \boldsymbol{si\ n == 0} \\ \Rightarrow \boldsymbol{n(n-1)!} & \boldsymbol{si\ n > 0} \end{cases}$$

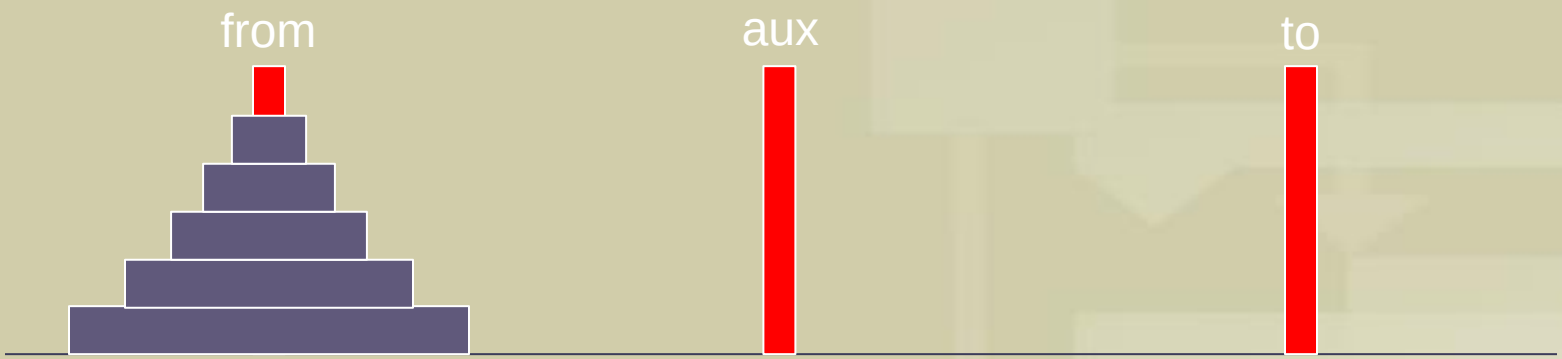
Recursión

```
int factorial(int n) {
    if( n == 0 )
        return 1;
    return n * factorial(n - 1);
}
int fb(int n) {
    if( n == 0 || n == 1)
        return n;
    return fb(n - 1) + fb(n - 2);
}
int main()
{
    printf("7! = %d\n", factorial(7));
    printf("fb(7) = %d\n", fb(7));
    return 0;
}
```

$$n! = \begin{cases} \Rightarrow 1 & si\ n == 0 \\ \Rightarrow n(n-1)! & si\ n > 0 \end{cases}$$

$$Fb(n) = \begin{cases} \Rightarrow 0 & si\ n == 0 \\ \Rightarrow 1 & si\ n == 1 \\ \Rightarrow Fb(n-1) + Fb(n-2) & si\ n > 1 \end{cases}$$

Hanoi

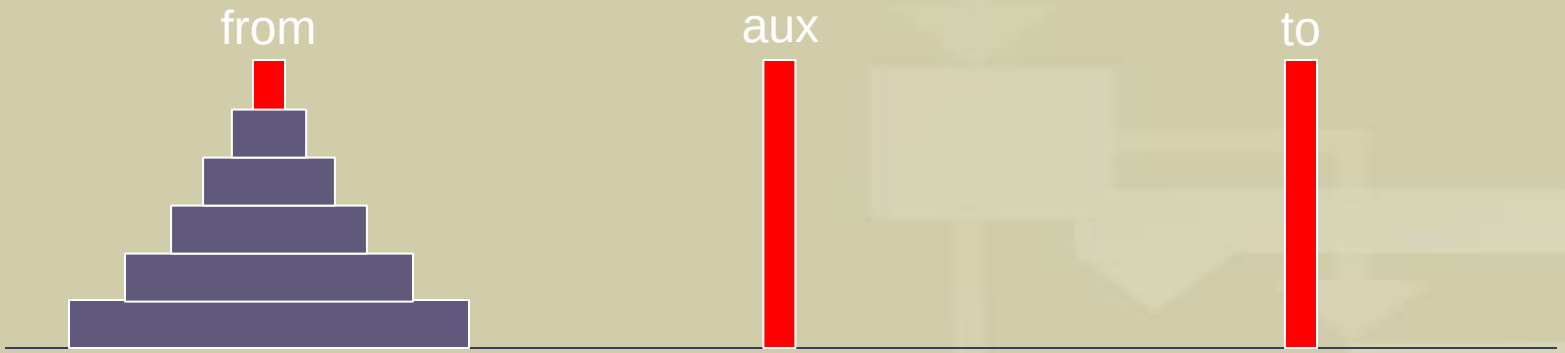


El objeto es mover los n discos desde el poste ‘from’ al poste ‘to’ utilizando el poste auxiliar ‘aux’.

Los discos deben moverse de a uno por vez.

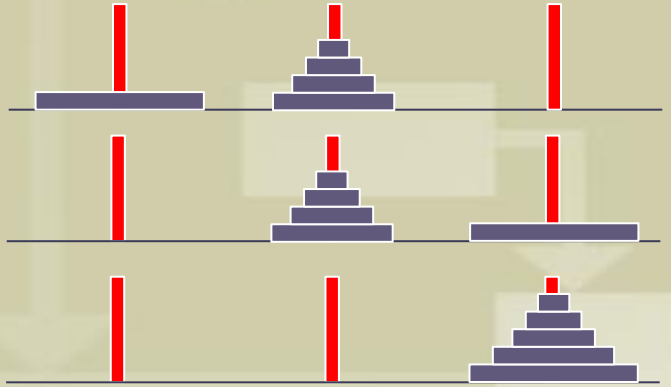
Nunca se debe pasar por la condición de que un disco este arriba de otro de menor diámetro.

Hanoi




```
void hanoi(int n, int from, int to, int aux) {
    if( n == 1 ) {
        cout << "Mover de " << from << " a " << to << endl;
        return;
    }
    hanoi( n-1, from, aux, to);
    hanoi(   1, from, to, aux);
    hanoi( n-1, aux, to, from);
}

int main() {
    hanoi(3, 1, 3, 2);
    return 0;
}
```



Cadenas alfanuméricas como tipo nativo

```
void concat(char result[], const char str1[], int n1,
            const char str2[], int n2);

int main(void)
{
    char s1[5] = { 'T', 'e', 's', 't', ' ' };
    char s2[6] = { 'w', 'o', 'r', 'k', 's' , '.' };
    char s3[20];
    int i;

    concat(s3, s1, 5, s2, 6);

    for( i = 0; i < 11; ++i )
        cout << s3[i];
    cout << '\n';

    return 0;
}
```

Solución: arreglo de char + convención

```
cout << "Hello world!\n";
```

- **`"Hello world!\n"`** es un string nativo
- Un string nativo es un array nativo de **`char`** terminado con un 0.

```
char s1[] = { 'T', 'e', 's', 't', 0 };

char s2[] = "Test";
```

- No es necesario pasar la longitud de los strings nativos:

```
void concat(char result[], const char str1[],
            const char str2[]);
```

std::string

- C++ provee una manera alternativa de manejar las cadenas de caracteres: **`std::string`**.
- Múltiples maneras de inicialización
- Concatenación
- Comparación
- Métodos de manipulación
- Acceso a caracteres individuales
- Búsqueda y substrings
- Etc.
- Etc.

Ejemplos con std::string

ejem7_2.cpp

```
#include "icom_helpers.h"
// acceso a caracteres individuales
int main(void)
{
    string s("Hola Pirulo");

    for(int i = 0; i < s.length(); ++i) // recorrido indexado
        cout << s[i];
    cout << '\n';

    for(auto c : s) // recorrido con range-based for
        cout << c;
    cout << '\n';

    for(auto it = s.begin(); it != s.end(); ++it) // idem a través de un iterador
        cout << *it;
    cout << '\n';

    return 0;
}
```

Ejemplos con std::string

ejem7_3.cpp

```
#include "icom_helpers.h"
// manipulacion
int main(void)
{
    string s("Sean laureles los laureles");    // con inicialización
    string s2("laureles");

    size_t pos = s.find(s2);
    if(pos != string::npos)
        cout << s2 << " esta en " << pos << '\n';

    pos = s.find(s2, pos+1);
    if(pos != string::npos)
        cout << s2 << " esta nuevamente en " << pos << '\n';

    s.replace(s.find(s2), s2.length(), "eternos");
    cout << s << '\n';

    return 0;
}
```

Manipulación de archivos

- C/C++ tienen una gran cantidad de maneras de manipular archivos/dipositivos, siempre a través de bibliotecas, no como parte del lenguaje.

- Para un manejo básico de archivos, el uso simple de los tipos **`std::ifstream`** y **`std::ofstream`** resulta suficiente.

- Desde el primer ejemplo de "**`hola mundo`**" estuvimos utilizando cosas muy parecidas a traves de **`cin`** y **`cout`**
  - **`cin`** es una instancia (objeto) del tipo (clase) **`std::istream`** asociado al dispositivo estandar de entrada (redireccionable)
  - **`cout`** es una instancia (objeto) del tipo (clase) **`std::ostream`** asociado al dispositivo estandar de salida (redireccionable)

- El protocol simplificado de uso es:
  - Declaración -> apertura -> manipulación (lecturas o escrituras) -> cierre

Ejemplos con archivos

ejem7_5.cpp

```
#include "icom_helpers.h"
// genera un archivo con NUM_DATOS números aleatorios entre 0 y 999

const int NUM_DATOS = 500;

int main(void)
{
    ofstream oFile("datos.dat");
    if(oFile.is_open()) {

        srand(time(0));

        for(int i = 0; i < NUM_DATOS; ++i)
            oFile << (rand()%1000) << '\n';

        oFile.close();
    }
    return 0;
}
```

Ejemplos con archivos

ejem7_6.cpp

```
#include "icom_helpers.h"
// Lee datos desde "datos.dat", los ordena y los escribe en "datos_ord.dat"
int main(void)
{
    ifstream iFile("datos.dat");
    if(iFile.is_open()) {
        vector<int> datos;
        int d;
        while(iFile >> d)
            datos.push_back(d);
        iFile.close();

        sort(datos.begin(), datos.end());

        ofstream oFile("datos_ord.dat");
        for(int d: datos)
            oFile << d << '\n';
    }
    return 0;
}
```