

Root 2009

www.if.usp.br/suaide

Alexandre Suaide

Aula 3

Programa

- **Aula 1**
 - Introdução ao c++ e ROOT
 - Conceito de classe e objeto
 - Básico de gráficos e funções no ROOT
- **Aula 2**
 - Mais gráficos e funções
 - Histogramas de 1 e 2D
 - Ajustes de funções, legendas, etc.
 - Escrevendo programas simples: Monte Carlo e simulações
- **Aula 3**
 - Referências e ponteiros
 - Nomes e memória
 - Programação mais complexa: mais Monte Carlo
- **Aula 4**
 - I/O no ROOT
 - Mais programação no ROOT
 - Compilando com o ROOT

Ponteiros/referências e outros monstros

- Quando criamos uma variável (ou qualquer outra coisa) esta ocupa um lugar na memória do computador
 - `float a = 10;`
- Em alguma posição desta memória temos armazenado o valor a e em algum outro lugar da memória temos armazenado que existe a variável a e em que lugar o seu conteúdo está armazenado.
- Como acessar estas informações?
- Como acessar esta memória e modificá-la?
- Como atuar sobre a variável?

Referências (&)

- Referências são apelidos para as variáveis/objetos criados durante um programa

- Exemplos

```
float a = 10;
float& b = a;
cout <<"a = "<<a<<" b = "<<b<<endl;
a = 10    b = 10
a = 20;
cout <<"a = "<<a<<" b = "<<b<<endl;
a = 20    b = 20
b = b-5;
cout <<"a = "<<a<<" b = "<<b<<endl;
a = 15    b = 15
```

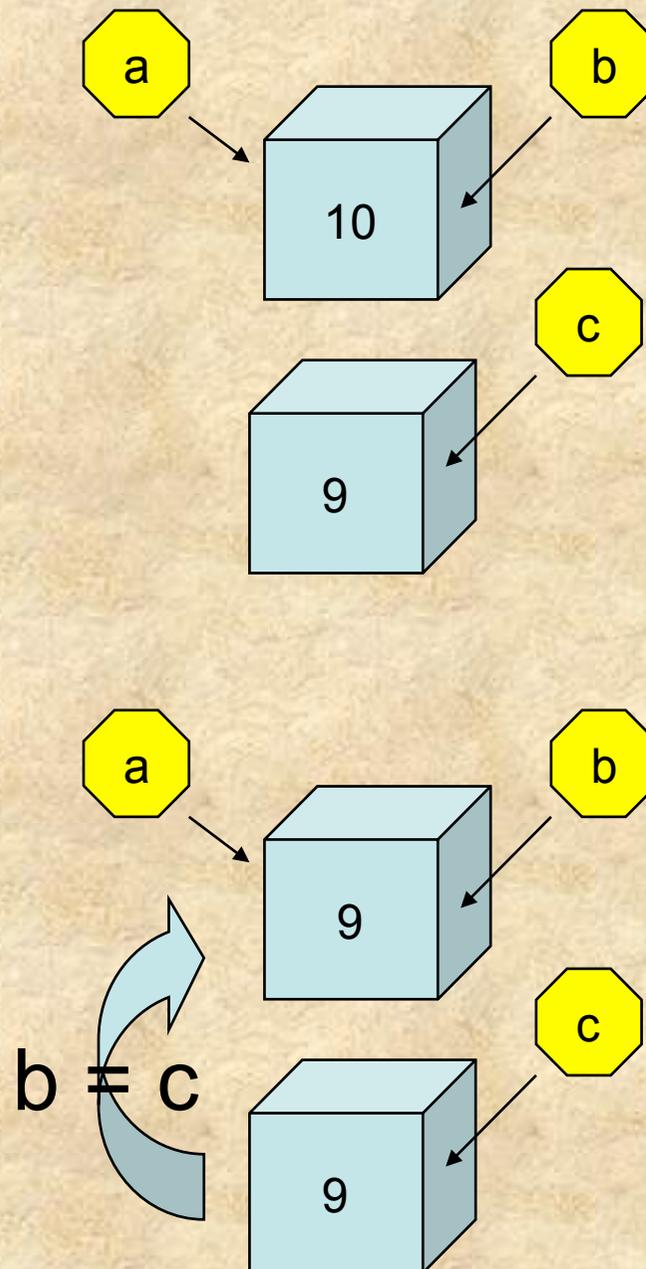
Referências (&)

- Referências não podem ser recriadas
- Exemplos

```
float a = 10;
float& b = a;
float c = 9;
b = c;
cout <<"a = "<<a<<" b = "<<b<<" c = "<<c<<endl;
a = 9 b = 9 c = 9
a = 10;
cout <<"a = "<<a<<" b = "<<b<<" c = "<<c<<endl;
a = 10 b = 10 c = 9
```

Referências (&)

- No caso anterior, **a** e **b** correspondem à mesma localização de memória, enquanto **c** corresponde a outra localização
- Quando fazemos **b = c**, não estamos mudando a referência em **b**, estamos copiando o valor de **c** para a posição de memória que **b** se refere.
- Trabalhar, no seu programa, com **a** ou **b** é a mesma coisa



Quando usar referências?

- Quando voce quiser 😊
- Uso mais comum é como parâmetros de funções
- Quando definimos uma função, por exemplo

```
float funcao(float a, int b)
```

- Os parâmetros a e b são tratados, pela função, como variáveis locais

- Ex:

```
void func(float a)
{
    a = a*2;
    cout << a << endl;
    return;
}
float var = 1;
func(var);
2
cout << var << endl;
1
```

Note que o valor de x é alterado localmente. A variável original, var, neste caso, permanece com o seu valor original

Quando usar referências?

- Porém, caso passemos para a função uma referência para a variável, podemos manipular o seu conteúdo sem problema

```
float funcao(float& a, int b)
```

- Neste caso, posso manipular o valor da variável a enquanto b é tratado localmente

- Ex:

```
void func(float& a)
{
    a = a*2;
    cout << a << endl;
    return;
}
```

```
float var = 1;
func(var);
2
cout << var << endl;
2
func(3);
```

```
Error: could not convert '3' to float&
```

Note que o valor de var foi alterado pois eu passei uma referência desta variável para a função

Apesar do ROOT aceitar esta sintaxe no prompt de comando, o compilador c++ retornará uma mensagem de erro

Ponteiros (*)

- Ponteiros são variáveis que contém endereços de memória para alguma coisa
- Ao contrário de referências estes podem mudar de localização
- Operadores
 - * → define um ponteiro
 - Ex: float* a;
 - 'a' contém um endereço de memória para que contém um número float
 - * → também pode ser utilizado para acessar o conteúdo de uma posição de memória
 - & → utilizado para obter o endereço de memória de uma variável/objeto

Ponteiros (*)

- Exemplos

```
float x = 10;  
float *p = &x;  
cout << x << endl;  
10  
cout << p << endl;  
(float*)0x45daa58  
cout << *p << endl;  
10  
*p = 20;  
cout << x << endl;  
20  
cout << p << endl,  
(float*)0x45daa58  
cout << *p << endl;  
20
```

Cria um ponteiro do tipo float cujo valor corresponde ao endereço de memória onde esta armazenada a variável x

O valor de x

O valor de p. Este corresponde ao endereço de memória onde a variável x está armazenada

O conteúdo armazenado nesta posição de memória

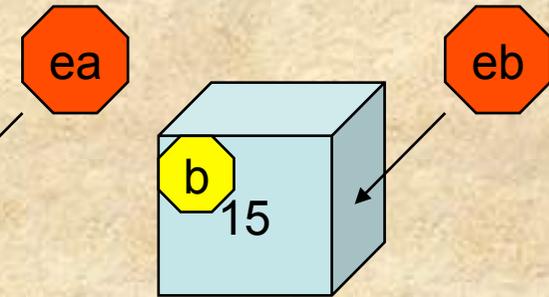
Mudando o conteúdo da memória

Isto reflete automaticamente na variável x

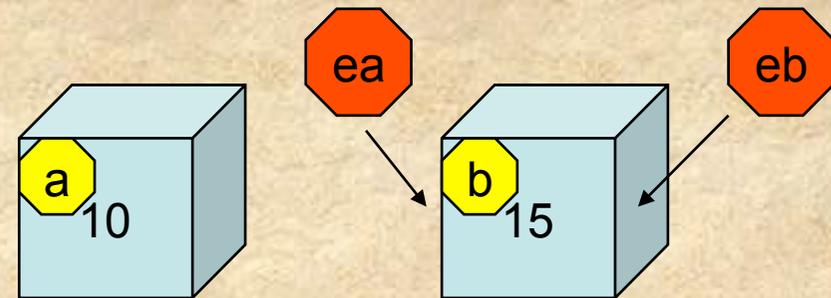
Operações com ponteiros

```
float a = 10;  
float b = 15;  
float *ea = &a;  
float *eb = &b;  
cout <<a<<" "<<*ea<<" "<<endl;  
10 10 0xb26c3e8  
cout <<b<<" "<<*eb<<" "<<endl;  
15 15 0xb26c408  
ea = eb;  
cout <<a<<" "<<*ea<<" "<<ea<<endl;  
10 15 0xb26c408  
eb = eb + 1;  
cout <<b<<" "<<*eb<<" "<<eb<<endl;  
15 1.97565e-36 0
```

Faz o ponteiro ea ter o mesmo valor do ponteiro eb. Na prática, ea e eb apontam para a mesma posição de memória

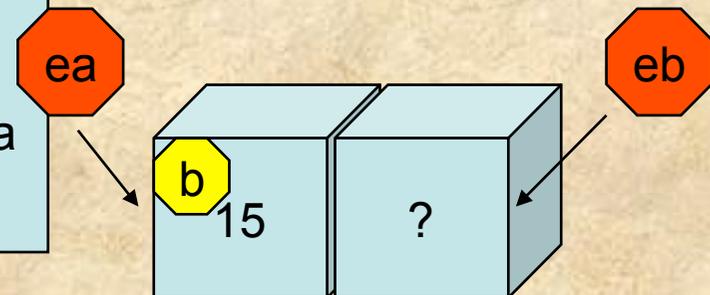


ea = eb



eb = eb + 1

Incrementa o ponteiro eb de uma unidade. Na prática, move o ponteiro para a próxima posição de memória após o seu valor inicial



Arrays são, na verdade, ponteiros

- O c++ trata vetores/arrays como sendo ponteiros

```
float a[10] = {1,2,3,4,5,6,7,8,9,10};
```

```
cout << a <<endl;
```

```
0x95bf5b8
```

```
cout <<a[0]<<" "<<*a<<endl;
```

```
1 1
```

```
cout <<a[5]<<" "<<*(a+5)<<endl;
```

```
6 6
```

Isto pode ser útil caso queiramos passar um array como argumento de função

Passando arrays como argumentos de funções

- Caso queiramos passar um array para uma função em c++ utilizamos o seu ponteiro

```
void cinematica(float* M)
{
    cout <<"A_feixe = "<<M[0]<<"  "
         <<"A_alvo = "<<M[1]<<"  "
         <<"A_1 = "<<M[2]<<"  "
         <<"A_2 = "<<M[3]<<endl;
    return;
}
float A[4] = {16,10,20,6};
cinematica(A);
A_feixe = 16  A_alvo = 10  A_1 = 20  A_2 = 6
```

Referências e ponteiros

- Referências e ponteiros são definições em c++ muito parecidas porém diferentes
- Ambas servem de atalho para objetos/variáveis definidas na memória
- Ambas permitem manipulações dos dados armazenados na memória
- Qual a diferença entre elas?

Ponteiros e referencias

- Referências

- Define-se com &
- Atalho para uma variável já definida
- A referência está sempre atrelada a variável inicialmente associada
- Mesmo uso de
- Bom para passar variáveis comuns para funções

- Ponteiros

- Define-se com *
- Representa uma posição de memória, tendo ou não informação válida
- Pode mudar livremente de lugar
- Precisa-se utilizar operadores * e &
- Bom para passar arrays para funções
- Ponteiros são ferramenta indispensáveis na programação O.O.

Exemplo: Propagação de incertezas

- Como calcular a incerteza de uma função utilizando a matriz de covariância?

$$\sigma^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \frac{\partial f}{\partial x_i} \frac{\partial f}{\partial x_j} \text{COV}_{i,j}$$

Obtendo matriz de covariância

```
TMatrixD C(4,4);  
gMinuit->mnemat(C.GetMatrixArray(),4);
```

- Calculando a incerteza de uma função f , de vários parâmetros, conhecendo a matriz de covariância entre os parâmetros.

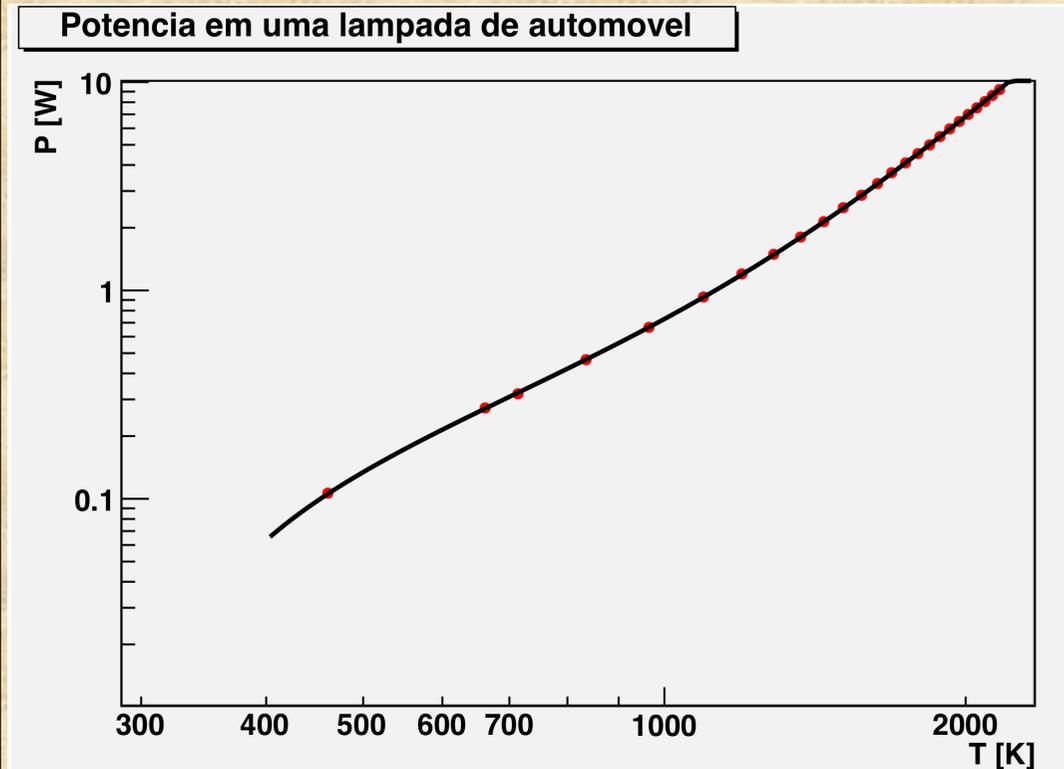
Exemplo: Propagação de incertezas

- Olhar o arquivo `ajuste.C` trabalhado na aula passada
- Alguns detalhes.
 - Note como o gradiente da função em relação ao parâmetro i é obtido. A função requer o endereço onde x está armazenado (ponteiro da variável x)

```
double erro(double x, TF1* f, TMatrixD COV)
{
    int n = f->GetNpar();
    double e = 0;
    for(int i = 0; i<n; i++)
        for(int j = 0; j<n; j++)
            {
                double d1 = f->GradientPar(i,&x);
                double d2 = f->GradientPar(j,&x);
                e+=d1*d2*COV(i,j);
            }
    return sqrt(e);
}
```

Exemplo: Propagação de incertezas

- Olhar o arquivo ajuste.C trabalhado na aula passada
- Vamos fazer um gráfico da incerteza relativa (σ/y) da função ajustada na aula anterior



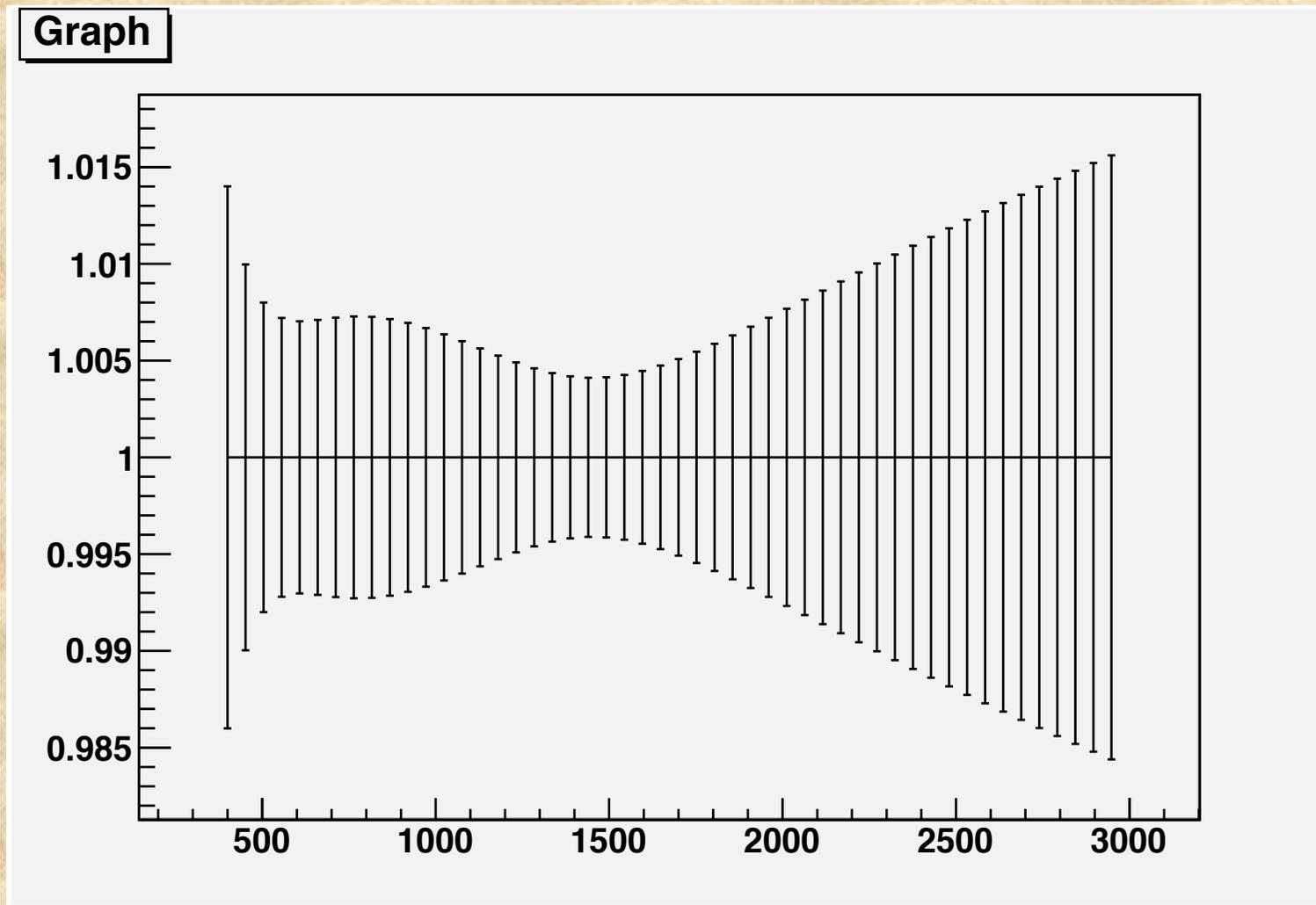
Exemplo: Propagação de incertezas

- Olhar o arquivo ajuste.C trabalhado na aula passada
- Vamos fazer um gráfico da incerteza relativa (σ/y) da função ajustada na aula anterior
- Na função ajuste() adicione os seguintes comandos

```
TGraphErrors *t = new TGraphErrors(n);
for(int i =0;i<n;i++)
{
    double x = 400 +(3000-400)*i/n;
    double y = f(x);
    double e = erro(x,f,C);
    t->SetPoint(i,x,1);
    t->SetPointError(i,0,e/y);
}

new TCanvas();
t->Draw("Al");
```

Exemplo: Propagação de incertezas



Criando e destruindo objetos (da aula 1)

- Criando objetos no stack

```
void exemplo_obj_1()  
{  
    TH1F h("hist","histograma",100,0,10);  
    h.SetLineColor(1);  
    h.Draw();  
}
```

- O objeto `h` deixa de existir quando a função termina

- Criando objetos no heap (`new` e `delete`)

```
void exemplo_obj_2()  
{  
    TH1F* h = new TH1F("hist","histograma",100,0,10);  
    h->SetLineColor(1);  
    h->Draw();  
}
```

- Objetos no heap são acessados com ponteiros
- O objeto `h` só deixa de existir com o `delete h;`

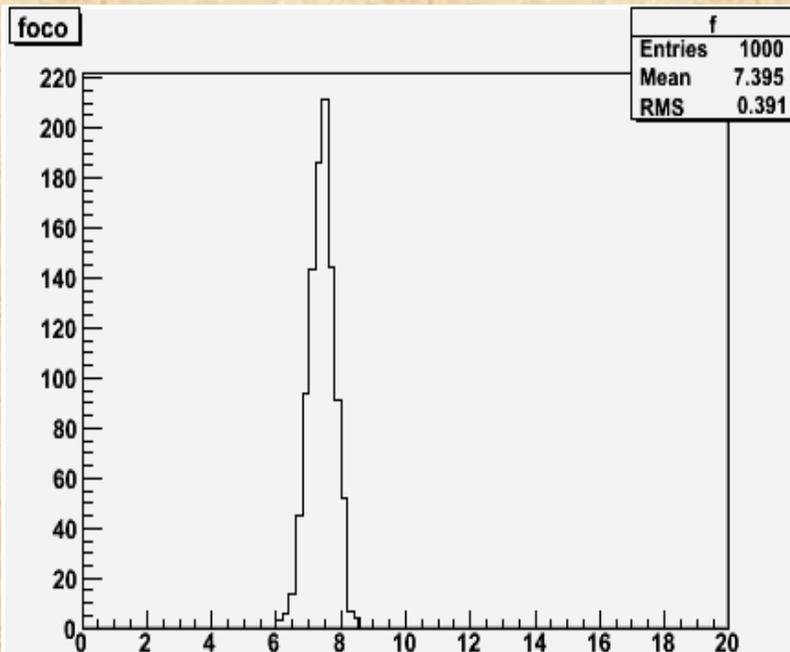
Exemplo: Propagação de incertezas com Monte Carlo

- No ROOT digite:

```
root [0] .L MC_lente.C
```

```
root [1] MC_lente(25.3, 0.2, 10.5, 0.8, 1000)
(float)3.91002088785171509e-01
```

```
root [2] hist->Draw()
```



```
TH1F *hist;
float MC_lente(float o, float so,
               float i, float si, int N)
{
    hist = new TH1F("f","foco",100,0,20);
    TRandom *r = new TRandom();
    for(int k = 0; k<N; k++)
    {
        float I = r->Gaus(i,si);
        float O = r->Gaus(o,so);
        float F = I*O/(I+O);
        hist->Fill(F);
    }
    float RMS =hist->GetRMS();
    return RMS;
}
```

Exemplo: Propagação de incertezas com Monte Carlo

- Veja a seguinte situação:

```
.L MC_lente.C
```

```
float o[] = {10, 20, 30, 40, 50};  
float so[] = {0.1, 0.1, 0.1, 0.1};  
float i[] = {23, 11, 9.1, 8.5, 8.2};  
float si[] = {0.5, 0.7, 0.9, 1.0, 1.1};
```

```
for(int j = 1; j<5; j++) {  
    float f = i[j]*o[j]/(i[j]+o[j]);  
    float e = MC_lente(o[j],so[j],i[j],si[j],100);  
    cout <<f<<"  "<<e<<endl;  
}
```

O que acontece se eu chamar várias vezes a mesma função?

Exemplo: Propagação de incertezas com Monte Carlo

- Modificação para levar em conta vazamentos de memória:

A diferença é que, agora, o histograma velho chamado "f" é apagado da memória toda vez que a função é chamada e cria-se um novo. Isto evita ir preenchendo a memória com vários histogramas

Também apagamos o objeto TRandom antes de sair da função.

```
TH1F *hist = 0;
float MC_lente(float o, float so,
               float i, float si, int N)
{
    if(hist) delete hist;
    hist = new TH1F("f","foco",100,0,20);
    TRandom *r = new TRandom();
    for(int k = 0; k<N; k++)
    {
        float I = r->Gaus(i,si);
        float O = r->Gaus(o,so);
        float F = I*O/(I+O);
        hist->Fill(F);
    }
    float RMS =hist->GetRMS();
    delete r;
    return RMS;
}
```

Exemplo: Propagação de incertezas com Monte Carlo

- Modificação para levar em conta vazamentos de memória:

No caso do TRandom, pode-se criar um objeto no stack (local). Neste caso o próprio computador se encarrega de apagar quando terminar a função (mas note o uso diferente: . ao invés de ->)

Podemos fazer isto para o histograma?

```
TH1F *hist = 0;
float MC_lente(float o, float so,
               float i, float si, int N)
{
    if(hist) delete hist;
    hist = new TH1F("f", "foco", 100, 0, 20);
    TRandom r();
    for(int k = 0; k < N; k++)
    {
        float I = r.Gaus(i, si);
        float O = r.Gaus(o, so);
        float F = I*O/(I+O);
        hist->Fill(F);
    }
    float RMS = hist->GetRMS();
    return RMS;
}
```

Resumindo

- Ponteiros e referências são amplamente utilizados em várias linguagens de programação, principalmente em c++
 - O entendimento de como eles funcionam permite ter controle sobre o que estamos fazendo
- Muitas funções de vários objetos do ROOT usam ponteiros e referências.
 - Várias retornam ponteiros para outros objetos ou vetores