

# Programação Fortran 90

## Compilador: gfortran

*sudo apt-get install gfortran*

## Editor: gedit

Arquivo Fonte: meuprograma.f90

Arquivo Executável: meuprograma.x

## Visualizador de Gráficos: xmgrace

*sudo apt-get install grace*

## Compilação e Execução:

`gfortran -o meuprograma.x meuprograma.f90`  
`./meuprograma.x`

# Programação Fortran 90: Definições

**Programa-Fonte.** Trata-se do programa e/ou dos subprogramas escritos pelo programador, usando algum tipo de editor de texto, de acordo com as regras definidas pela linguagem de programação de alto nível.

**Programa-Objeto.** Trata-se do programa-fonte compilado pelo compilador. Esta é a transcrição realizada pelo compilador do programa-fonte fornecido pelo programador para uma linguagem de baixo nível, como Assembler ou outro código diretamente interpretável pela CPU. O programa-objeto não pode ainda ser executado; é necessário ainda passar-se pela fase do *linking* (tradução livre: *linkagem*).

**Programa executável.** Após a fase de compilação, onde os programas objetos são criados, o agente de compilação aciona o *linker*, o qual consiste em um programa especial que agrupa os programas objetos de forma a criar um arquivo final, o programa executável, o qual pode ser então executado pelo programador.

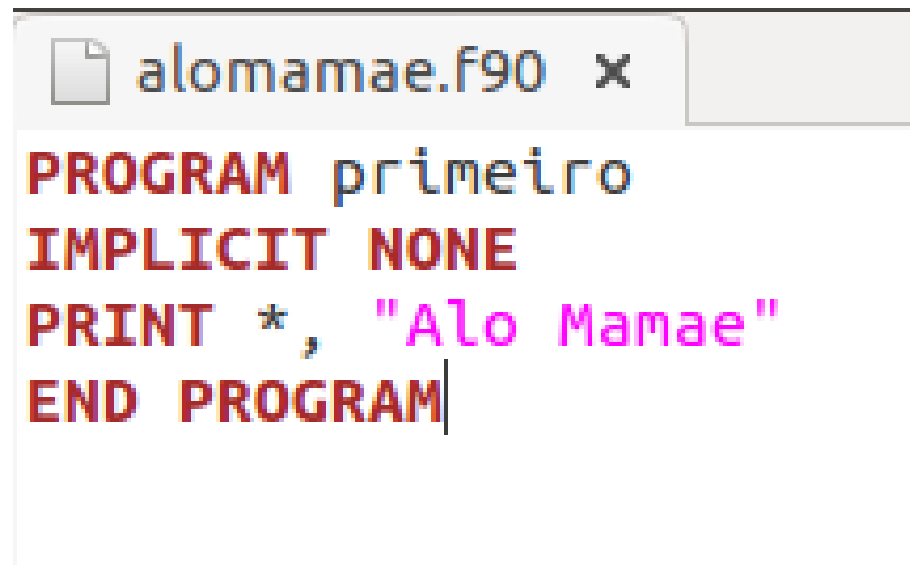
**meuprograma.f**

**meuprograma.o**

**meuprograma.x**

# Programação Fortran 90: Estrutura Básica

```
PROGRAM <nome_do_programa>  
<declarações de nomes de variáveis>  
<comandos executáveis>  
END PROGRAM <nome_do_programa>
```

A screenshot of a text editor window showing a Fortran 90 program. The window title is 'alomamae.f90' with a close button. The code is as follows:

```
PROGRAM primeiro  
IMPLICIT NONE  
PRINT *, "Alo Mamae"  
END PROGRAM
```

The text is color-coded: 'PROGRAM' and 'END PROGRAM' are in red, 'IMPLICIT NONE' is in red, and 'PRINT \*, "Alo Mamae"' is in magenta. The cursor is at the end of the last line.

# Programação Fortran 90: Variáveis

$$f(x)=y= ax+b$$

A

A\_COISA

X1

MASSA

Q123

TEMPO\_DE\_VOO

~~1A (começa com numeral)~~

~~A COISA (espaço em branco)~~

~~\$SINAL (contém caractere não alfanumérico)~~

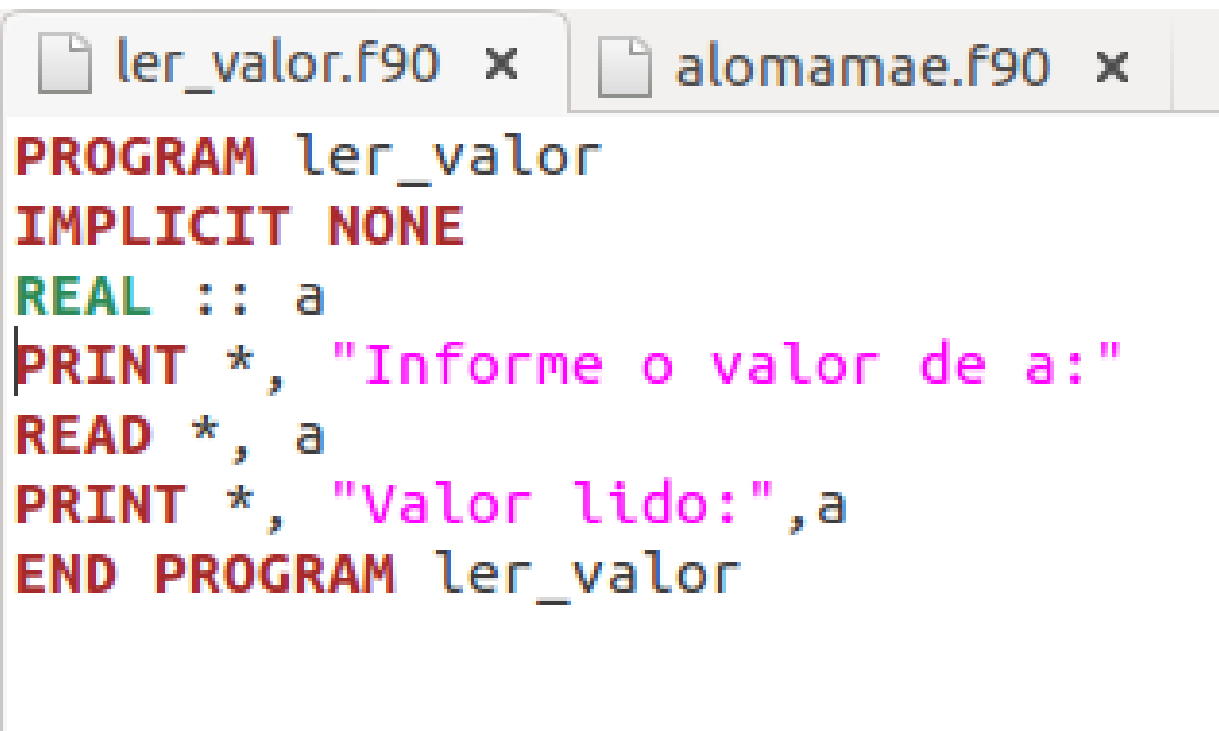
# Programação Fortran 90: Entrada e Saída

```
READ *, <lista de nomes de variáveis>
```

```
READ(*,*) <lista de nomes de variáveis>
```

```
PRINT *, ['<mensagem>'[,]] [<lista de nomes de variáveis>]
```

```
WRITE(*,*) ['<mensagem>'[,]] [<lista de nomes de variáveis>]
```



```
ler_valor.f90 x  alomamae.f90 x
PROGRAM ler_valor
IMPLICIT NONE
REAL :: a
PRINT *, "Informe o valor de a:"
READ *, a
PRINT *, "Valor lido:",a
END PROGRAM ler_valor
```

# Programação Fortran 90: Caracteres

## 2.4. Conjunto de caracteres aceitos

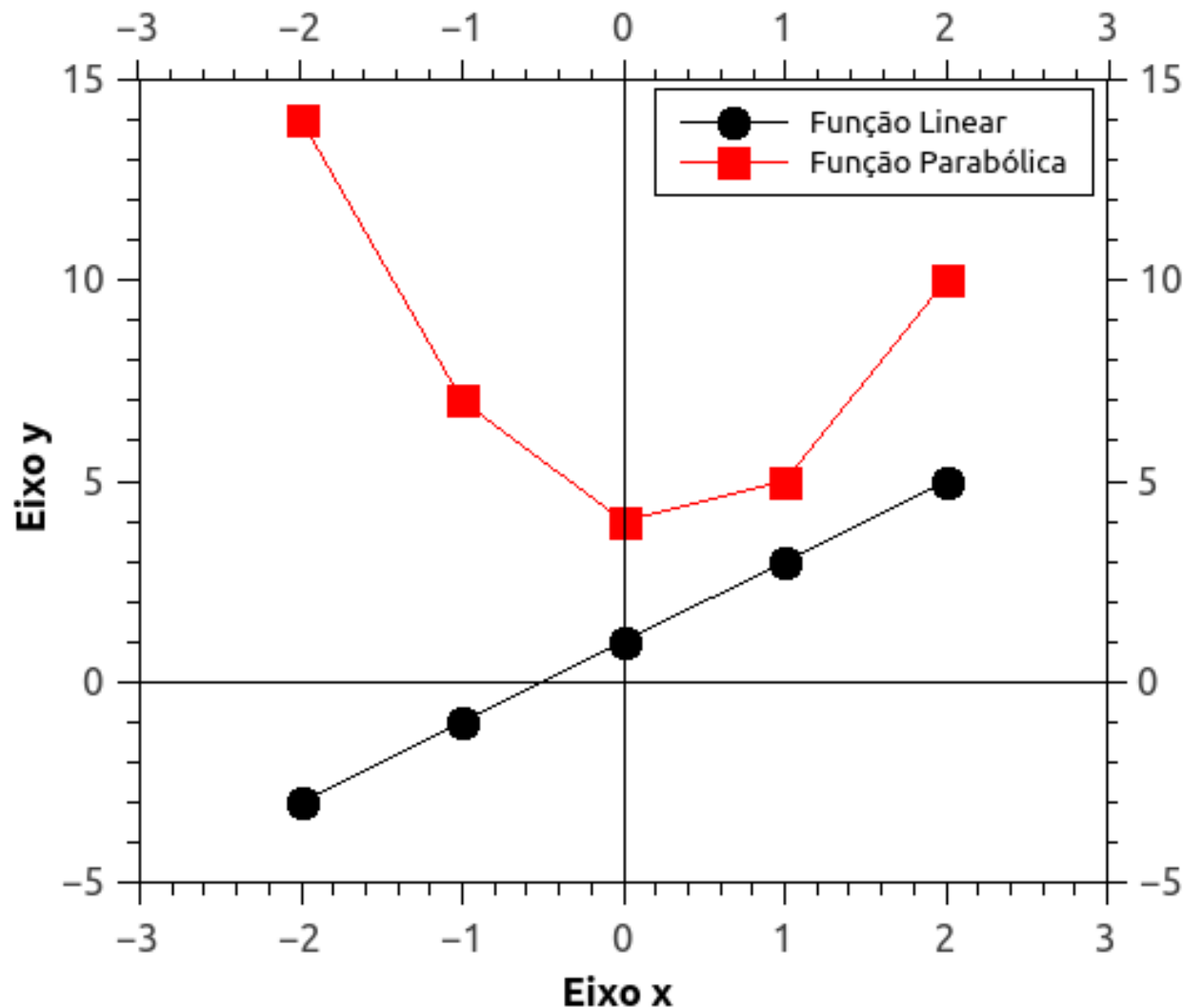
**Tabela 2.1:** Caracteres especiais do Fortran 90/95

Caractere	Nome/Função	Caractere	Nome/Função
=	Igual		Espaço em branco
+	Soma	!	Exclamação
-	Subtração	“	Aspas
*	Multiplicação	%	Porcentagem
/	Divisão	&	E comercial (ampersand)
(	Parênteses esquerdo	;	Ponto e vírgula
)	Parênteses direito	?	Ponto de interrogação
,	Vírgula	**	Potência
.	Ponto decimal	,	Apóstrofe
\$	Cifrão	<	Menor que
:	Dois pontos	>	Maior que

# Programação Fortran 90: Exemplos

Função Linear:  $f_1(x)=y_1=a_1x+b_1$

Função Parabólica:  $f_2(x)=y_2=a_2x^2+b_2x+c_2$



```
PROGRAM x_x2
IMPLICIT NONE
REAL :: a1,a2,b1,b2,c2
PRINT *, "Coeficientes para a função linear a1*x+b1"
PRINT *, "Informe o valor de a1:"
READ *, a1
PRINT *, "Informe o valor de b1:"
READ *, b1
PRINT *, "Calculando f(-2),f(-1),f(0),f(1),f(2)..."
PRINT *, "f(-2):",a1*(-2)+b1
PRINT *, "f(-1):",a1*(-1)+b1
PRINT *, "f(0):",a1*(0)+b1
PRINT *, "f(1):",a1*(1)+b1
PRINT *, "f(2):",a1*(2)+b1

PRINT *, "Coeficientes para a função linear a2*x²+b2*x+c"
PRINT *, "Informe o valor de a2:"
READ *, a2
PRINT *, "Informe o valor de b2:"
READ *, b2
PRINT *, "Informe o valor de c2:"
READ *, c2
PRINT *, "Calculando f(-2),f(-1),f(0),f(1),f(2)..."
PRINT *, "f(-2):",a2*((-2)**2)+b2*(-2)+c2
PRINT *, "f(-1):",a2*((-1)**2)+b2*(-1)+c2
PRINT *, "f(0):",a2*((0)**2)+b2*(0)+c2
PRINT *, "f(1):",a2*((1)**2)+b2*(1)+c2
PRINT *, "f(2):",a2*((2)**2)+b2*(2)+c2

END PROGRAM x_x2
```



# Estrutura de Repetição: Laço DO

FAT=1

i) Se N=1 (**Não entra no Laço (loop)**)  
Então, FAT=1

ii) Se N=2 (Entra no laço **1 vez**)  
I=2  
FAT=FAT\*I=1\*2=2

Então, FAT=2

iii) Se N=5 (Entra no laço **4 vezes**)  
I=2  
FAT=FAT\*I=2\*1=2  
I=3  
FAT=FAT\*I=2\*3=6  
I=4  
FAT=FAT\*I=6\*4=24  
I=5  
FAT=FAT\*I=24\*5=120

Então FAT=120

$$4! = 4.3.2.1$$

$$5! = 5.4.3.2.1$$

$$6! = 6.5.4.2.1$$

```
FAT= 1
```

```
DO I= 2, N
```

```
    FAT= FAT*I
```

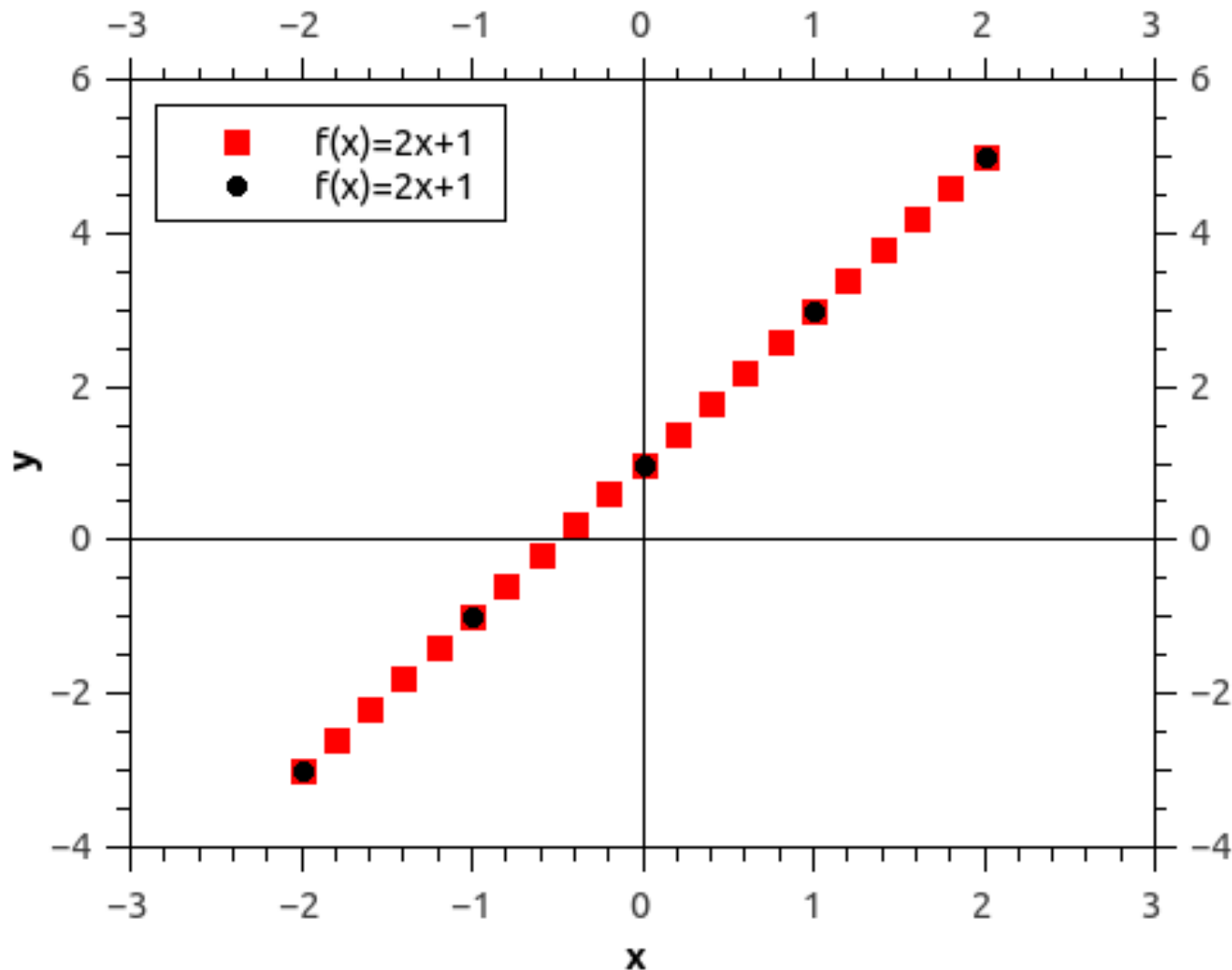
```
END DO
```

# Estrutura de Repetição: Laço DO

Usando para cálculos repetitivos de funções

**N=5**

**N=21**

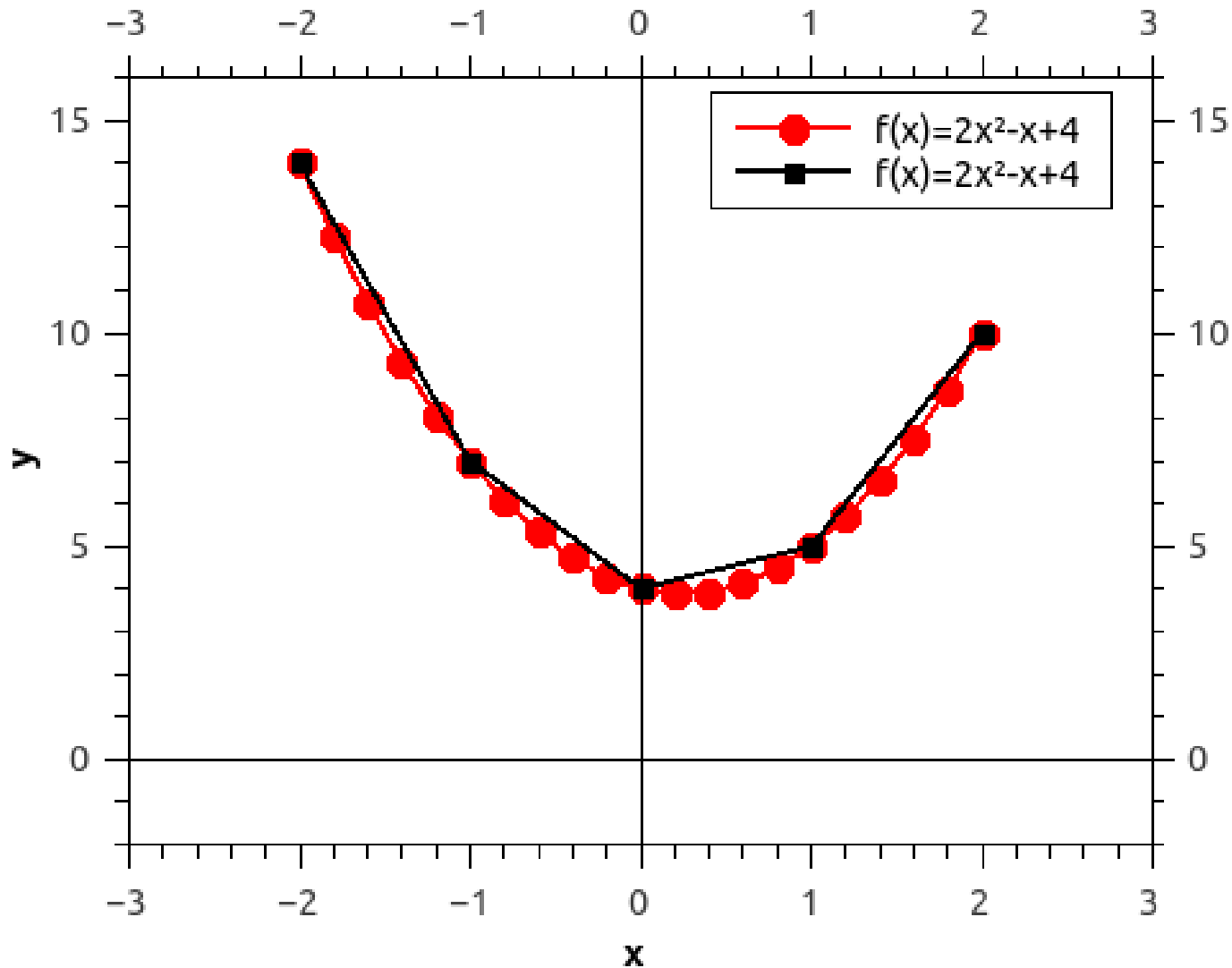


# Estrutura de Repetição: Laço DO

Usando para cálculos repetitivos de funções

**N=5**

**N=21**



# Estrutura de Repetição: Laço DO

```
PRINT *, "Calculando f(-2),f(-1),f(0),f(1),f(2)..."
PRINT *, "f(-2):",a1*(-2)+b1
PRINT *, "f(-1.8):",a1*(-1.8)+b1
PRINT *, "f(-1.6):",a1*(-1.6)+b1
PRINT *, "f(-1.4):",a1*(-1.4)+b1
PRINT *, "f(-1.2):",a1*(-1.2)+b1
PRINT *, "f(-1):",a1*(-1)+b1
PRINT *, "f(-0.8):",a1*(-0.8)+b1
PRINT *, "f(-0.6):",a1*(-0.6)+b1
PRINT *, "f(-0.4):",a1*(-0.4)+b1
PRINT *, "f(-0.2):",a1*(-0.2)+b1
PRINT *, "f(0):",a1*(0)+b1
PRINT *, "f(0.2):",a1*(0.2)+b1
PRINT *, "f(0.4):",a1*(0.4)+b1
PRINT *, "f(0.6):",a1*(0.6)+b1
PRINT *, "f(0.8):",a1*(0.8)+b1
PRINT *, "f(1):",a1*(1)+b1
PRINT *, "f(1.2):",a1*(1.2)+b1
PRINT *, "f(1.4):",a1*(1.4)+b1
PRINT *, "f(1.6):",a1*(1.6)+b1
PRINT *, "f(1.8):",a1*(1.8)+b1
PRINT *, "f(2):",a1*(2)+b1
```

# Estrutura de Repetição: Laço DO

```
N=21
DO I=1,N
X=-2+0.2*(I-1)
PRINT *, "f(",x,"): ",a1*x+b1
END DO
```

```
DO I=1,N
X=-2+0.2*(I-1)
PRINT *, "f(",x,"): ",a2*((x)**2)+b2*(x)+c2
END DO
```

# Plot de Função com Intervalos e Qtde de pontos definidos

```
PROGRAM x2
IMPLICIT NONE
REAL :: a1,a2,b1,b2,c2
REAL :: x,y,dx
INTEGER :: N,I
REAL :: xmax,xmin

PRINT *, "Coeficientes para a função parabolica a2*x²+b2*x+c"
PRINT *, "Informe o valor de a2:"
READ *, a2
PRINT *, "Informe o valor de b2:"
READ *, b2
PRINT *, "Informe o valor de c2:"
READ *, c2
PRINT *, "Intervalo xmin,xman: (Ex. -3 +3)"
READ *, xmin,xmax
PRINT *, "Numero de Pontos N:"
READ *, N
PRINT *, "Calculando f(x)..."

dx=(xmax-xmin)/FLOAT(N-1)

DO I=1,N
x=xmin+dx*(I-1)
y=a2*((x)**2)+b2*(x)+c2
PRINT *, "f(",x,"):",y
END DO

END PROGRAM x2
```

# Tipos de Variáveis

Variáveis do tipo INTEGER	123, 89312, 5
Variáveis do tipo REAL	-10.6E-11 (representando $-10,6 \times 10^{-11}$ ) 1. -0.1 1E-1 (representando $10^{-1}$ ou 0,1) 3.141592653
Variáveis do tipo COMPLEX	(1.,3.2) (representando $1 + 3,2i$ ) (1.,.99E-2) (representando $1 + 0,99 \times 10^{-2}i$ ) (1.0,-3.7)
Variáveis do tipo CHARACTER	'bom Dia' 'bomDia' 'BRASIL' "Fortran 90"
Variáveis do tipo LOGICAL	.TRUE. $\Rightarrow$ Verdadeiro .FALSE. $\Rightarrow$ Falso.

# Tipos de Variáveis: Espécie (KIND)

**Tabela 3.1:** Tabela de armazenamento de variáveis para o compilador Intel® Fortran.

Tipo e Espécie	Armazenamento (bytes)	Tipo e Espécie	Armazenamento (bytes)
INTEGER(KIND=1)	1=8 bits	LOGICAL(KIND=1)	1
INTEGER(KIND=2)	2	LOGICAL(KIND=2)	2
INTEGER(KIND=4)	4	LOGICAL(KIND=4)	4
INTEGER(KIND=8)	8	LOGICAL(KIND=8)	8
REAL(KIND=4)	4	COMPLEX(KIND=4)	8
REAL(KIND=8)	8	COMPLEX(KIND=8)	16
REAL(KIND=16)	16	COMPLEX(KIND=16)	32

**Tabela 3.2:** Tabela de armazenamento de variáveis para o compilador gfortran da fundação GNU.

Tipo e Espécie	Armazenamento (bytes)	Tipo e Espécie	Armazenamento (bytes)
INTEGER(KIND=1)	1=8 bits	LOGICAL(KIND=1)	1
INTEGER(KIND=2)	2	LOGICAL(KIND=2)	2
INTEGER(KIND=4)	4	LOGICAL(KIND=4)	4
INTEGER(KIND=8)	8	LOGICAL(KIND=8)	8
INTEGER(KIND=16) <sup>1</sup>	16	LOGICAL(KIND=16)	16
REAL(KIND=4)	4	COMPLEX(KIND=4)	8
REAL(KIND=8)	8	COMPLEX(KIND=8)	16
REAL(KIND=10)	10	COMPLEX(KIND=10)	20



# Expressões e Operações

Operador	Operação
**	Potenciação
*	Multiplicação
/	Divisão
+	Adição
-	Subtração



**Prioridade da Operação**

5\*T ou T\*5: correto

5T, 5(T) ou T5: incorreto

**Por exemplo:**

$$2x^2 + y$$

$$2*X**2 + Y \quad 2*(X**2) + Y \quad (2*(x**2)) + Y$$

# Leitura e Impressão dados em Arquivo

```
PRINT *, "Coeficientes para a função parabolica a2*x²+b2*x+c"  
PRINT *, "Informe o valor de a2:"  
READ *, a2  
PRINT *, "Informe o valor de b2:"  
READ *, b2  
PRINT *, "Informe o valor de c2:"  
READ *, c2  
PRINT *, "Calculando f(x)..."
```

Leitura e Impressão em  
Tela (prompt de  
comando)

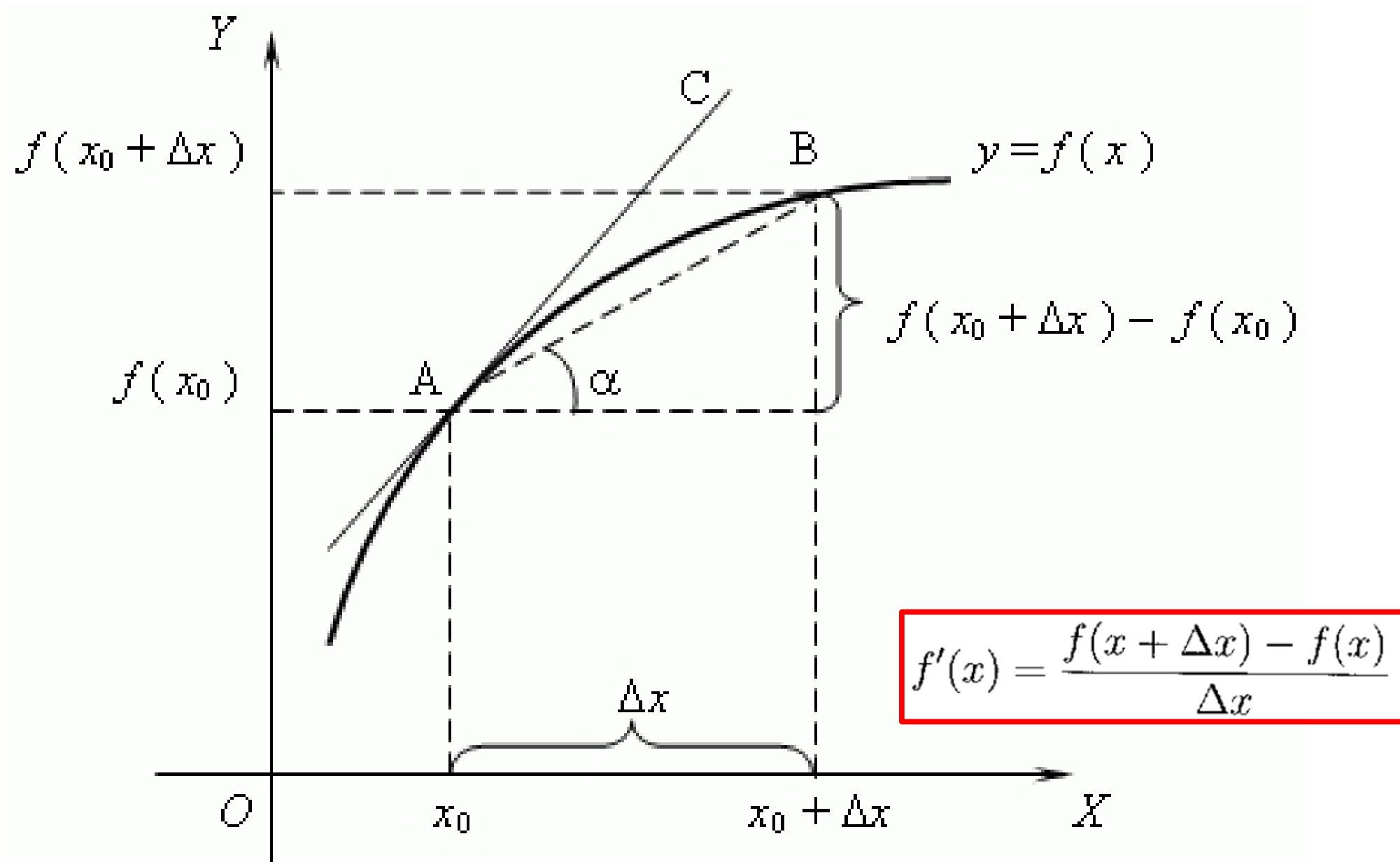
```
DO I=1,N  
  x=-2+0.2*(I-1)  
  PRINT *, "f(",x,"): ",a2*((x)**2)+b2*(x)+c2  
END DO
```



Leitura e Impressão em Arquivo: Arquivo 10 (leitura) e  
Arquivo 11 (imprimir)

```
open(10, file="ex1.dat", status="old")  
open(11, file="ex2.dat", status="new")  
read(10, *) a, b, c  
write(11, *) a, b, c
```

# Cálculo de Derivada



# Diferenças Finitas

$$\frac{df(x)}{dx} = f'(x) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$$

**1a derivada numérica à direita**

$$f'(x) = \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$$

**1a derivada numérica à esquerda**

$$f'(x) = \frac{f(x) - f(x - \Delta x)}{\Delta x}$$

**1a derivada numérica centrada**

$$f'(x) = \frac{f(x + \Delta x) - f(x - \Delta x)}{2 \Delta x}$$

**2a derivada numérica**

$$f''(x) = \frac{f'(x + \Delta x) - f'(x)}{\Delta x} = \frac{f(x + \Delta x) + f(x - \Delta x) - 2f(x)}{\Delta x^2}$$

# Cálculo de Derivada de uma Função Explícita

$$f(x) = (2x^2 + 3x - 5)e^{-3x^2}$$
$$g(x) = \cos(5x^3) \frac{x - 2}{2x^2 - 5x}$$

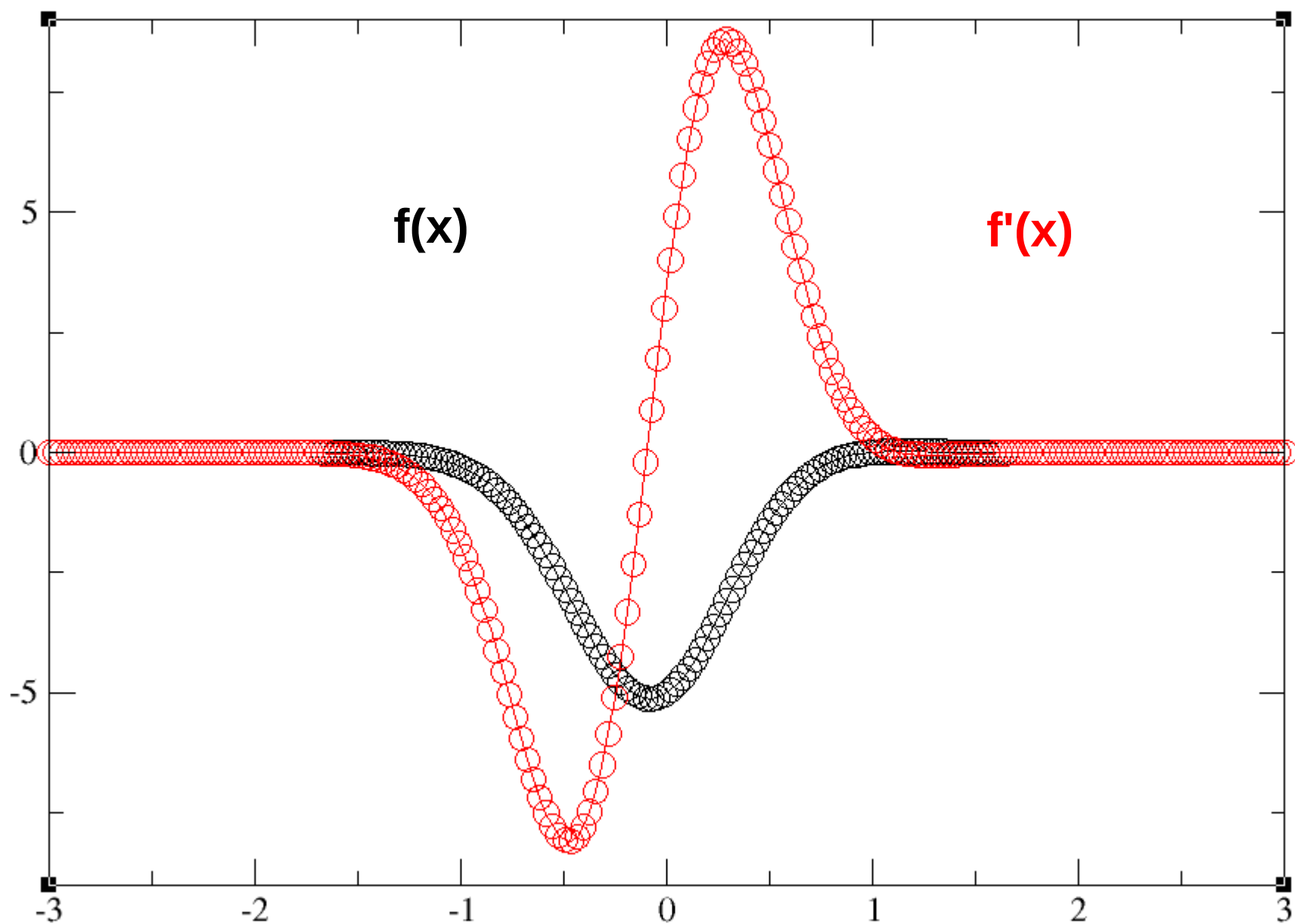
Como fazer o gráfico de  $f'(x)$  e  $g'(x)$ ?

```
OPEN(10,FILE="funcao.dat",STATUS="NEW")
OPEN(11,FILE="1derivada.dat",STATUS="NEW")

a2=2
b2=3
c2=-5
dx=(xmax-xmin)/FLOAT(N-1)

DO I=1,N
  x0=xmin+dx*(I-1)
  fx=(a2*((x0)**2)+b2*(x0)+c2)*exp(-3*(x0**2))
  xdx=x0+dx
  fdx=(a2*((xdx)**2)+b2*(xdx)+c2)*exp(-3*(xdx**2))
  WRITE(10,*), x0,fx
  WRITE(11,*), x0,(fdx-fx)/dx
END DO
```

# Cálculo de Derivada de uma Função Explícita



# Cálculo de Derivada de uma Função Explícita

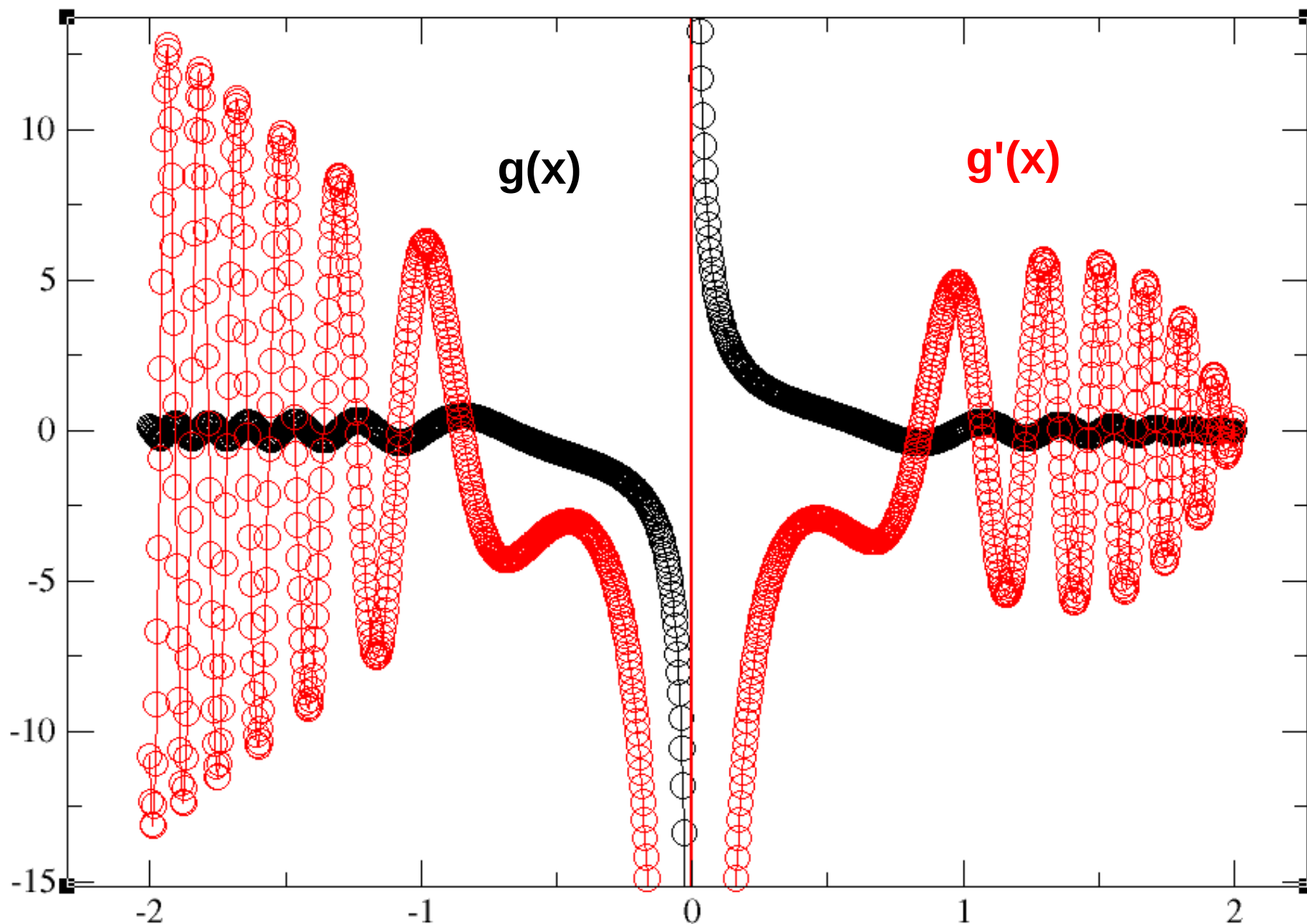
$$f(x) = (2x^2 + 3x - 5)e^{-3x^2}$$
$$g(x) = \cos(5x^3) \frac{x - 2}{2x^2 - 5x}$$

Como fazer o gráfico de  $f'(x)$  e  $g'(x)$ ?

```
OPEN(10,FILE="funcao.dat",STATUS="NEW")
OPEN(11,FILE="1derivada.dat",STATUS="NEW")
OPEN(12,FILE="funcao2.dat",STATUS="NEW")
OPEN(13,FILE="1derivada2.dat",STATUS="NEW")

DO I=1,N
  x0=xmin+dx*(I-1)
  fx=(a2*((x0)**2)+b2*(x0)+c2)*exp(-3*(x0**2))
  gx=cos(5*(x0**3))*(x0-2)/(2*(x0**2)-5*x0)
  xdx=x0+dx
  fdx=(a2*((xdx)**2)+b2*(xdx)+c2)*exp(-3*(xdx**2))
  gdx=cos(5*(xdx**3))*(xdx-2)/(2*(xdx**2)-5*xdx)
  WRITE(10,*), x0,fx
  WRITE(11,*), x0,(fdx-fx)/dx
  WRITE(12,*), x0,gx
  WRITE(13,*), x0,(gdx-gx)/dx
```

# Cálculo de Derivada de uma Função Explícita





# Cálculo de Derivada de uma Função de pontos

$$f(x) = (2x^2 + 3x - 5)e^{-3x^2}$$

```
OPEN(10,FILE="funcao.dat",STATUS="OLD")
```

```
OPEN(11,FILE="1derivada.dat",STATUS="NEW")
```

```
PRINT *, "Numero de Pontos N:"
```

```
READ *, N
```

```
PRINT *, "Calculando f(x),f'(x),g(x),g'(x)..."
```

```
READ(10,*) x0,fx
```

```
DO I=1,N-1
```

```
    READ(10,*) x1,fdx
```

```
    WRITE(11,*) x0,(fdx-fx)/(x1-x0)
```

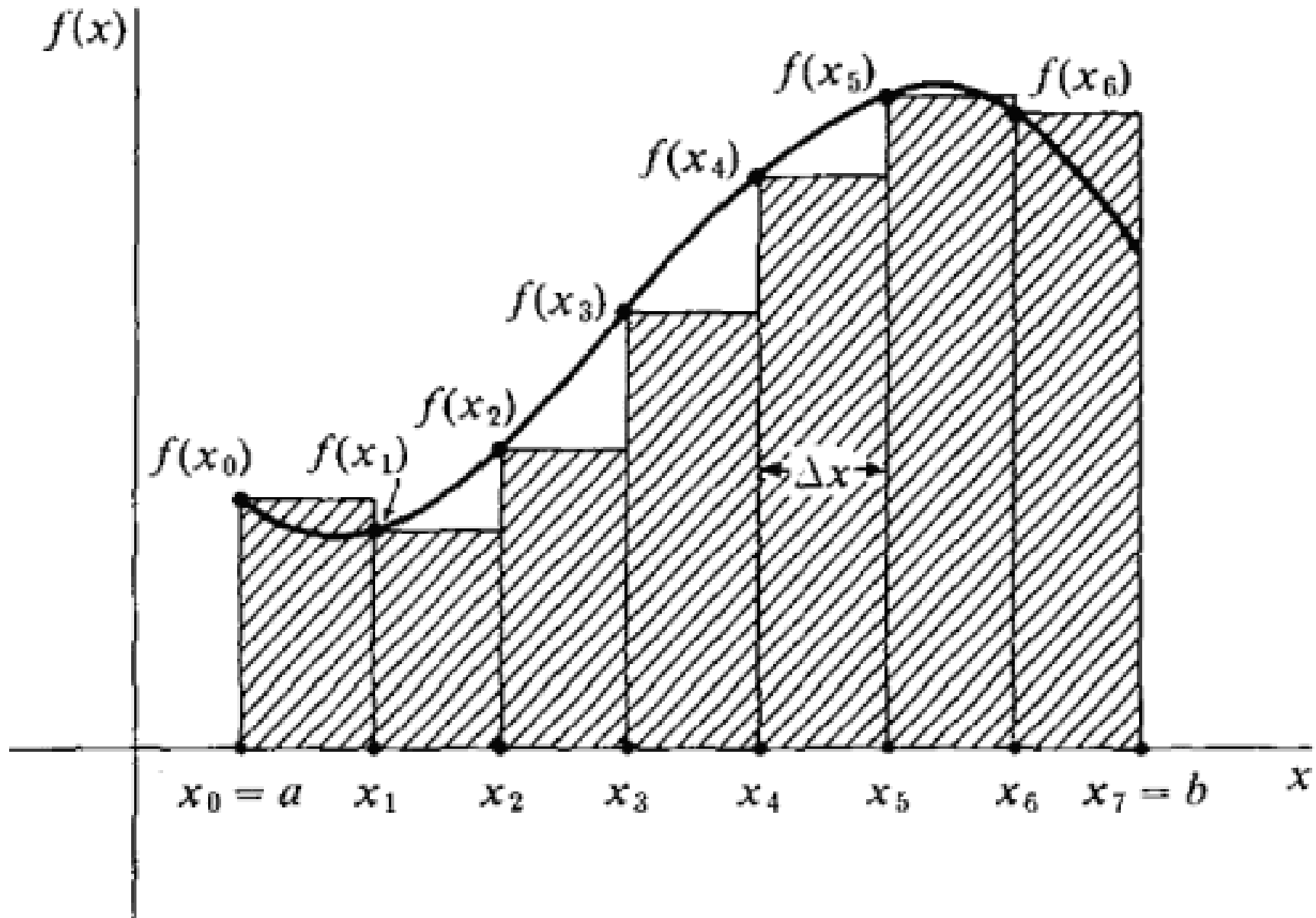
```
    x0=x1
```

```
    fx=fdx
```

```
END DO
```

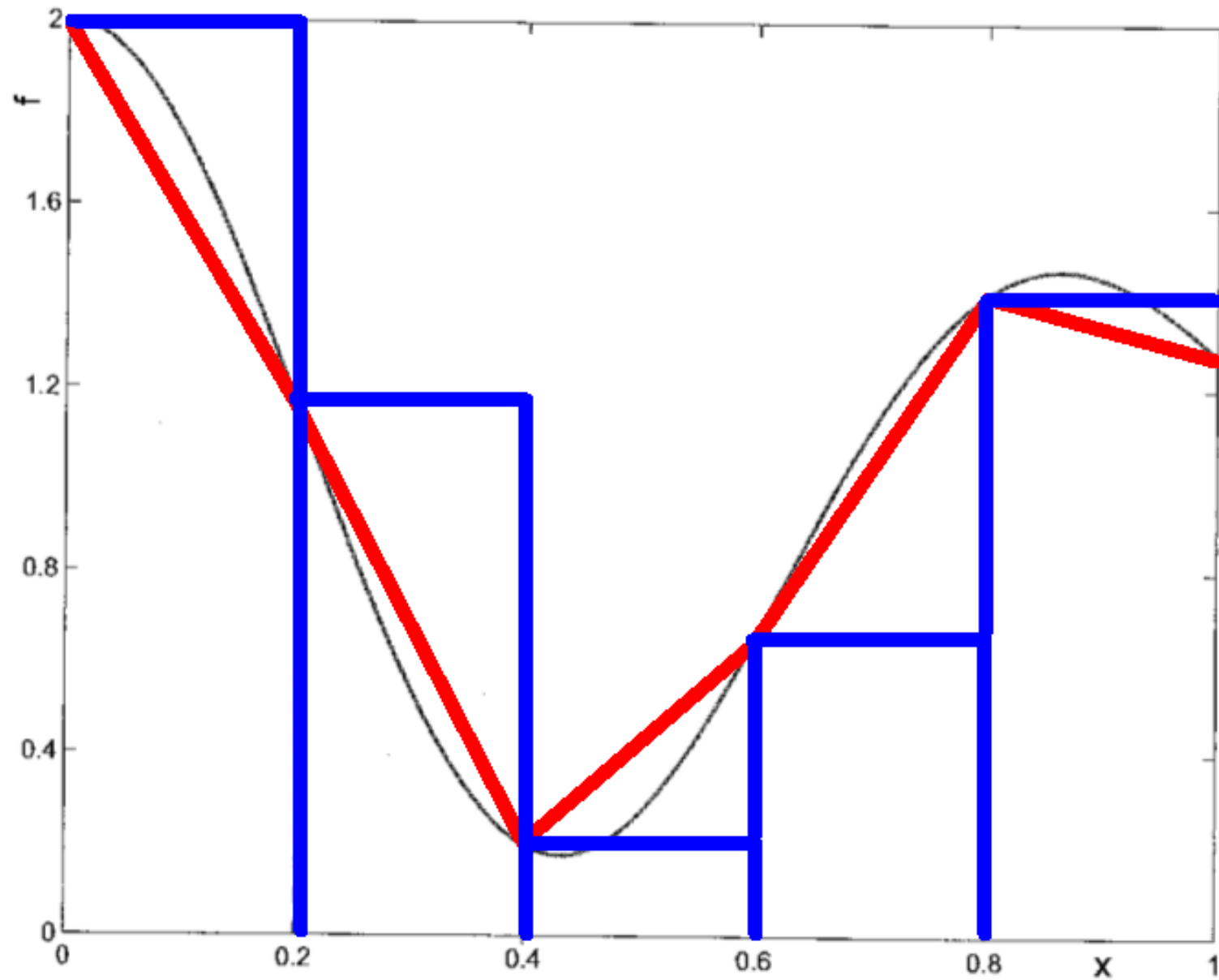
```
END PROGRAM deriv2|
```

# Integração Numérica



*Soma de Riemann: “Integral é numericamente igual a área da curva”*

# Integração Numérica



# Integração Numérica

$$I_{ab} = \int_a^b f(x)dx = \lim_{\{\Delta x_i \rightarrow 0\}} \sum_{i=1}^n f(x_i) \Delta x_i$$

$$I_{ab} = \Delta x \sum_{i=1}^n f_i$$

**Soma de Riemann  
(intervalos  
constantes)**

$$I_{ab} = \Delta x \left( \frac{1}{2} f_1 + f_2 + f_3 + \cdots + f_{n-1} + \frac{1}{2} f_n \right)$$
$$\Delta x \left( \sum_{i=1}^n f_i - \frac{1}{2} (f_1 + f_n) \right)$$

**Regra do trapézio (intervalos constantes)**

# Integração Numérica

```
PROGRAM integral
IMPLICIT NONE
REAL(KIND=10) :: x,b,a,I
REAL(KIND=10) :: dx,f1,fn,x1,x2,xi,fi,f2
INTEGER :: j,N
```

```
OPEN(10,FILE="funcao.dat",STATUS="OLD")
PRINT *, "Numero de Pontos N:"
```

```
READ *, N
```

```
READ(10,*) x1,f1
```

```
READ(10,*) x2,f2
```

```
dx=x2-x1
```

```
I=0
```

```
I=dx*f1+dx*f2
```

```
DO j=1,N-2
```

```
    READ(10,*) xi,fi
```

```
    I=I+dx*fi
```

```
END DO
```

```
fn=fi
```

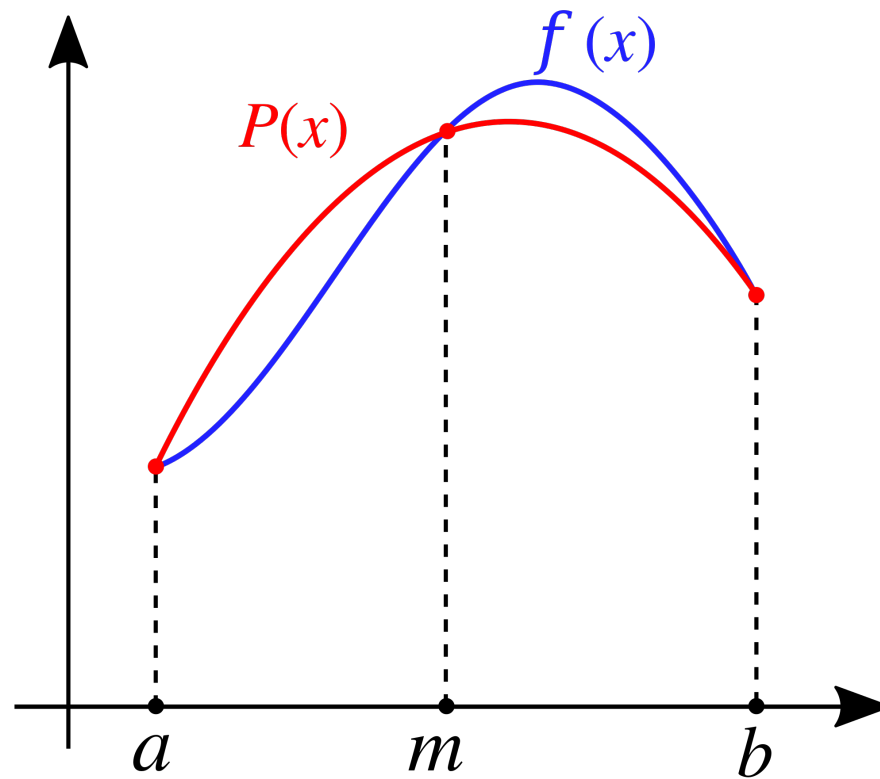
```
I=I-(dx*f1/2.)-(dx*fn/2.)
```

```
WRITE(6,*) I
```

```
END PROGRAM integral
```

$$\int_{-2}^2 f(x) dx =$$
$$\int_{-2}^2 (2x^2 + 3x - 5)e^{-3x^2} = -4.77552343$$

# Integração Numérica: Regra de Simpson 1/3



$$P(x) = f(a) \frac{(x-m)(x-b)}{(a-m)(a-b)} + f(m) \frac{(x-a)(x-b)}{(m-a)(m-b)} + f(b) \frac{(x-a)(x-m)}{(b-a)(b-m)}$$

$$\int_a^b f(x) dx \approx \int_a^b P(x) dx = \frac{b-a}{6} \left[ f(a) + 4f\left(\frac{a+b}{2}\right) + f(b) \right]$$