```
> restart;
> with(plots):
> with(linalg):
Warning, new definition for norm
Warning, new definition for trace
```

POLINÔMIO DE NEWTON

```
> x0:=1:
> x1:=1.1:
> x2:=1.2:
> x3:=1.3:
```

VALOR DA FUNÇÃO

```
> f:=exp(x);
```

$$f := e^x$$

```
> y0:=evalf(subs(x=x0, f));
```

$$y0 := 2.718281828$$

```
> y1:=evalf(subs(x=x1, f));
```

$$y1 := 3.004166024$$

```
> y2:=evalf(subs(x=x2, f));
```

$$y2 := 3.320116923$$

```
> y3:=evalf(subs(x=x3, f));
```

$$y3 := 3.669296668$$

```
>
> y112:=evalf(subs(x=1.12, f));
```

$$y112 := 3.064854203$$

VALOR DA FUNÇÃO

CONSTRUÇÃO DA TABELA DOS OPERADORES DIFERENÇAS DIVIDIDAS

```
> h:=0.1:
> X[0]:=array(1..4,[x0,x1,x1,x3]):;
>
> f[x0,x1]:=evalf((y1-y0)/h,8);
```

$$f_{1,\,1.1} := 2.8588420$$

```
> f[x1,x2]:=evalf((y2-y1)/h,8);
```

$$f_{1.1,\,1.2} := 3.1595090$$

```
> f[x2,x3]:=evalf((y3-y2)/h,8);
```

$$f_{1.2,\,1.3} := 3.4917980$$

```
> f[x0,x1,x2]:=evalf((f[x1,x2]-f[x0,x1])/(2*h),8);
```

$$f_{1,\,1.1,\,1.2} := 1.5033350$$

```
> f[x1,x2,x3]:=evalf((f[x2,x3]-f[x1,x2])/(2*h),8);
```

$$f_{1.1,\,1.2,\,1.3} := 1.6614450$$

```
> f[x0,x1,x2,x3]:=evalf((f[x1,x2,x3]-f[x0,x1,x2])/(3*h),8);
```

$$f_{1,\,1.1,\,1.2,\,1.3} := .52703333$$

```
> P2:=y0+f[x0,x1]*(x-x0)+f[x0,x1,x2]*(x-x0)*(x-x1);
```

$$P2 := -.140560172 + 2.8588420\,x + 1.5033350\,(x-1)\,(x-1.1)$$

```
> P2:=evalf(subs(x=1.12, P2),8);
```

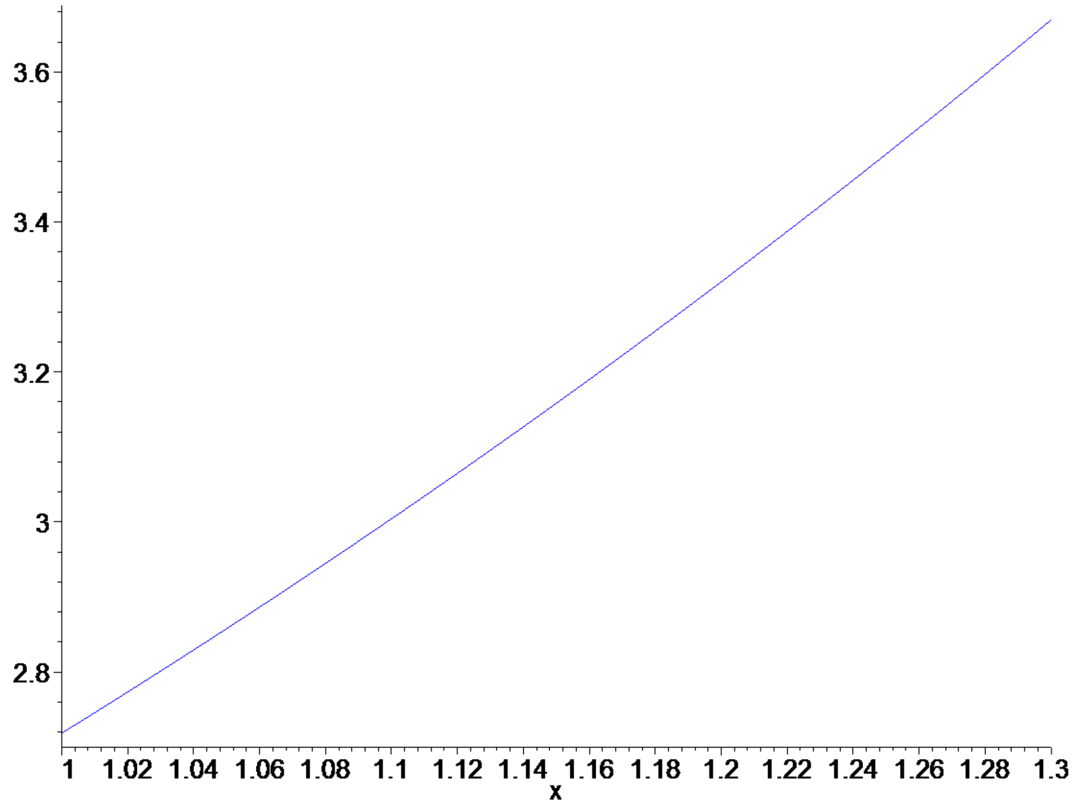
$$P2 := 3.0649508$$

POLINÔMIO DE NEWTON DE GRAU TRÊS

```
> P3_N:=y0+f[x0,x1]*(x-x0)+f[x0,x1,x2]*(x-x0)*(x-x1)+f[x0,x1,x2,x3]*
  (x-x0)*(x-x1)*(x-x2);
```

$$P3\_N := -.140560172 + 2.8588420\,x + 1.5033350\,(x-1)\,(x-1.1) + .52703333\,(x-1)\,(x-1.1)\,(x-1.2)$$

```
> gr8:=plot(P3_N, x=1.0..1.3, color=[blue]):
> display(gr8);
```




```
> P3_N:=evalf(subs(x=1.12, P3_N),8);
```

$$P3\_N := 3.0648496$$

```
> y112:=evalf(exp(1.12),8);
```

$$y112 := 3.0648542$$

Erro entre o valor " exato" e o valor obtido pelo polinômio de grau três

```
> e:=y112-P3_N;
```

$$e := .46\ 10^{-5}$$

FORMA DE LAGRANGE

POLINÔMIOS DE LAGRANGE

```
> L0:=evalf((x-x1)*(x-x2)*(x-x3)/((x0-x1)*(x0-x2)*(x0-x3)),8);
```

$$L0 := -166.66667\,(x-1.1)\,(x-1.2)\,(x-1.3)$$

```
> L1:=evalf((x-x0)*(x-x2)*(x-x3)/((x1-x0)*(x1-x2)*(x1-x3)),8);
```

$$L1 := 500.00000\,(x-1.)\,(x-1.2)\,(x-1.3)$$

```
> L2:=evalf((x-x0)*(x-x1)*(x-x3)/((x2-x0)*(x2-x1)*(x2-x3)),8);
```

$$L2 := -500.00000\,(x-1.)\,(x-1.1)\,(x-1.3)$$

```
> L3:=evalf((x-x0)*(x-x1)*(x-x2)/((x3-x0)*(x3-x1)*(x3-x2)),8);
```

$$L3 := 166.66667\,(x-1.)\,(x-1.1)\,(x-1.2)$$

POLINÔMIO INTERPOLADOR DE GRAU TRÊS

```
> P3_L:=evalf(L0*y0+L1*y1+L2*y2+L3*y3,8);
```

$$P3\_L := -453.04698\,(x-1.1)\,(x-1.2)\,(x-1.3) + 1502.0830\,(x-1.)\,(x-1.2)\,(x-1.3) - 1660.0585\,(x-1.)\,(x-1.1)\,(x-1.3) + 611.54946\,(x-1.)\,(x-1.1)\,(x-1.2)$$

```
> P3_1.12:=evalf(subs(x=1.12, P3_L),8);
```

$$P3\_112 := 3.0648497$$

ESTIMATIVA DE ERRO PARA A INTERPOLAÇÃO

E_3(x)<= abs((x-x0)*(x-x1)*(x-x2)*(x-x3))*M^4/ fatorial(4)
Como a função f(x)=exp(x) então todas as derivadas são iguais a função e o valor maximo M^4=exp(1.3)

```
> M3:=evalf(exp(1.3),8);
```

$$M3 := 3.6692967$$

```
> E3:=((x-x0)*(x-x1)*(x-x2)*(x-x3))*M3/ fatorial(4);
```

ESTIMATIVA DE ERRO É DADA POR:

$$E3 := 3.6692967 \frac{(x-1)(x-1.1)(x-1.2)(x-1.3)}{\mathrm{fatorial}(4)}$$

```
> fatorial(4):=24;
```

$$\mathrm{fatorial}(4) := 24$$

no ponto x=1.12 o erro é dado por:

```
> E3_1.12:=evalf(abs(subs(x=1.12, E3)),8);
```

$$E3\_112 := .52837872\ 10^{-5}$$

Logo o valor aproximado de f(1.12) aprox.P3(1.12)=3.064704000
com um erro de E3_112=.00002113514881

```
> epsilon_1:=P3_1.12-E3_1.12;
```

$$epsilon\_1 := 3.064844416$$

```
> epsilon_2:=P3_1.12+E3_1.12;
```

$$epsilon\_2 := 3.064854984$$

O VALOR EXATO DE f(1.12)=exp(1.12)=3.064854

```
> a:=exp(1.12);
```

$$a := 3.064854203$$

Logo podemos verificar que
epsilon_1<=a <= epsilon_2 e assim o resultado do teorema se confirma.

CASO DISCRETO - ESTIMATIVA DE ERRO

AGORA VAMOS DESCONSIDERAR QUE A FUNÇÃO f(X) SEJA CONHECIDA SOMENTE NOS PONTOS TABELADOS
Para obter a estimativa de erro, vamos então calcular o polinômio interpolador somente para três pontos. Assim poemos calcular uma aproximação
da estimativa de erro. Como o ponto que queremos estimar é x=1.12, vamos retirar o ponto que fica mais distante de 1.12, que é o ponto x3=1.3(isso diminui o erro!)

```
> P2_N:=y0+f[x0,x1]*(x-x0)+f[x0,x1,x2]*(x-x0)*(x-x1);
```

$$P2\_N := -.140560172 + 2.8588420\,x + 1.5033350\,(x-1)(x-1.1)$$

```
> P2_1.12:=evalf(subs(x=1.12, P2_N),8);
```

$$P2\_112 := 3.0649508$$

Calculo do operador das diferenças divididas de ordem 3, para os pontos x0,x1,x2,x3e o termo
f[x0,x1,x2,x3]

```
> Odd(3):=f[x0,x1,x2,x3];
```

$$\mathrm{Odd}(3) := .52703333$$

```
> ER2:=(x-x0)*(x-x1)*(x-x2)*Odd(3);
```

ESTIMATIVA DE ERRO DISCRETO É DADA POR:

$$ER2 := .52703333\,(x-1)\,(x-1.1)\,(x-1.2)$$

no ponto x=1.12 o erro é dado por:

```
> ER_1.12:=evalf(abs(subs(x=1.12, ER2)),8);
```

$$ER\_112 := .00010119040$$

Logo o valor aproximado de f(1.12) aprox.P2(1.12)=3.064800000
com um erro de ER_112=.00009600000000

```
> alpha_1:=evalf(P2_1.12-ER_1.12,8);
```

$$alpha\_1 := 3.0648496$$

```
> alpha_2:=evalf(P2_1.12+ER_1.12,8);
```

$$alpha\_2 := 3.0650520$$

```
>
```

O VALOR EXATO DE f(1.12)=exp(1.12)=3.064854

```
> b:=exp(1.12);
```

$$b := 3.064854203$$

Logo o valor aproximado de f(1.12) aprox.P2(1.12)=3.064800000
com um erro de ER_112=.00009600000000
ASSIM PODEMOS OBSERVAR QUE ALPHA_1<= B=< ALPHA_2.
Esse resultado nem sempre pode ser garantido.

EXEMPLO 2

POLINÔMIO DE NEWTON

```
> x0:=1:
> x1:=1.5:
> x2:=2.0:
> x3:=2.5:
> g:=(1/100)*exp(x^2);
```

$$g := \frac{1}{100}\,\mathbf{e}^{(x^2)}$$

```
> y0:=evalf(subs(x=x0, g),8);
```

$$y0 := .027182818$$

```
> y1:=evalf(subs(x=x1, g),8);
```

$$y1 := .094877358$$

```
> y2:=evalf(subs(x=x2, g),8);
```

$$y2 := .54598150$$

```
> y3:=evalf(subs(x=x3, g),8);
```

$$y3 := 5.1801282$$

```
> y18:=evalf(subs(x=1.8, g),8);
```

$$y18 := .25533722$$

VALOR DA FUNÇÃO

```
> h:=0.5:
> X[0]:=array(1..4,[x0,x1,x1,x3]);
```

$$X_0 := [1, 1.5, 1.5, 2.5]$$

```
> f[x0,x1]:=evalf((y1-y0)/h,8);
```

$$f_{1, 1.5} := .13538908$$

```
> f[x1,x2]:=evalf((y2-y1)/h,8);
```

$$f_{1.5, 2.0} := .90220828$$

```
> f[x2,x3]:=evalf((y3-y2)/h,8);
```

$$f_{2.0, 2.5} := 9.2682934$$

```
> f[x0,x1,x2]:=evalf((f[x1,x2]-f[x0,x1])/(2*h),8);
```

$$f_{1, 1.5, 2.0} := .76681920$$

```
> f[x1,x2,x3]:=evalf((f[x2,x3]-f[x1,x2])/(2*h),8);
```

$$f_{1.5, 2.0, 2.5} := 8.3660850$$

```
> f[x0,x1,x2,x3]:=evalf((f[x1,x2,x3]-f[x0,x1,x2])/(3*h),8);
```

$$f_{1, 1.5, 2.0, 2.5} := 5.0661773$$

Como queremos calcular o valor da função no ponto x=1.8 por um polinômio de grau 2 então os três pontos a serem escolhidos são
x1, x2 e x3.

```
> P2:=y1+f[x1,x2]*(x-x1)+f[x1,x2,x3]*(x-x1)*(x-x2);
```

$$P2 := -1.258435062 + .90220828\, x + 8.3660850\, (x - 1.5)\, (x - 2.0)$$

```
> P3:=y0+f[x0,x1]*(x-x0)+f[x0,x1,x2]*(x-x0)*(x-x1)+f[x0,x1,x2,x3]*(x
  -x0)*(x-x1)*(x-x2);
```

$$P3 := -.108206262 + .13538908\, x + .76681920\, (x - 1)\, (x - 1.5) + 5.0661773\, (x - 1)\, (x - 1.5)\, (x - 2.0)$$

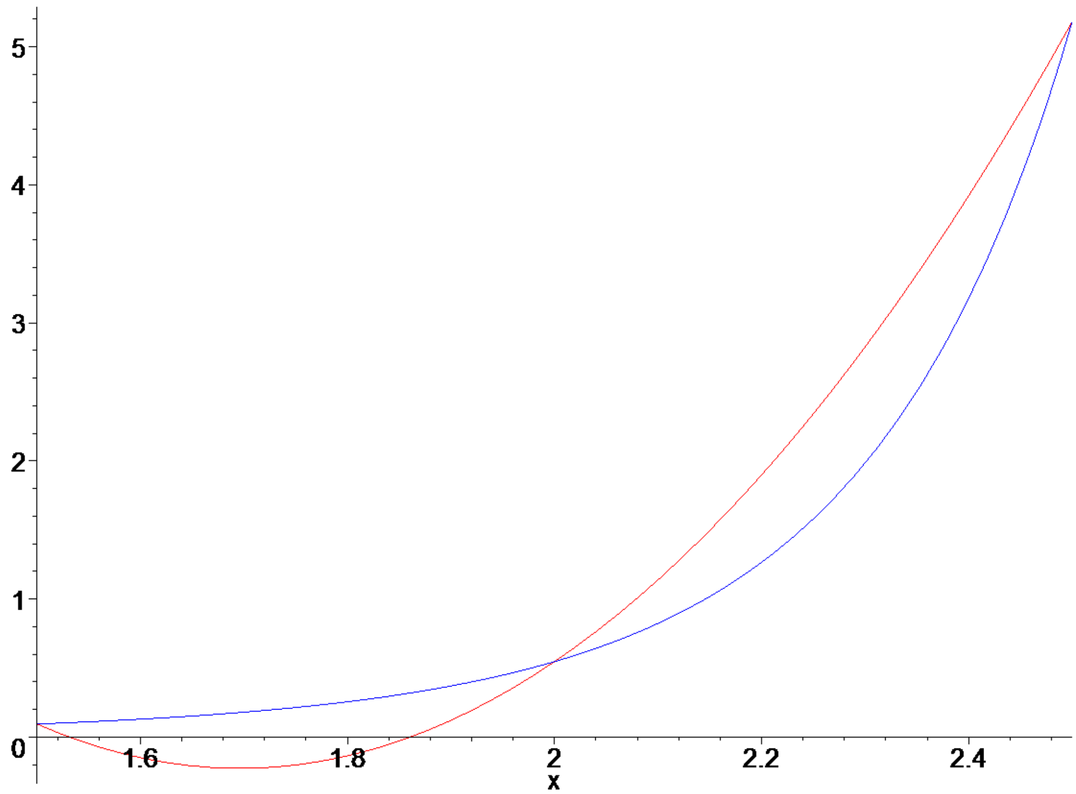
```
> P2_18:=evalf(subs(x=1.8, P2),8);
```

$$P2\_18 := -.13642530$$

```
> P3_18:=evalf(subs(x=1.8, P3),8);
```

$$P3\_18 := .07635418$$

```
> g := x ->((1/100)*exp(x^2)):;
>
> plot([g(x)], x=1.5..2.5, color=[red], style=[line]):;
> gr5:=plot(g(x), x=1.5..2.5, color=[blue],style=[line]):
> gr7:=plot(P2, x=1.5..2.5, color=[red]):
> display(gr5,gr7);
```



POLINÔMIO DE NEWTON DE GRAU TRÊS

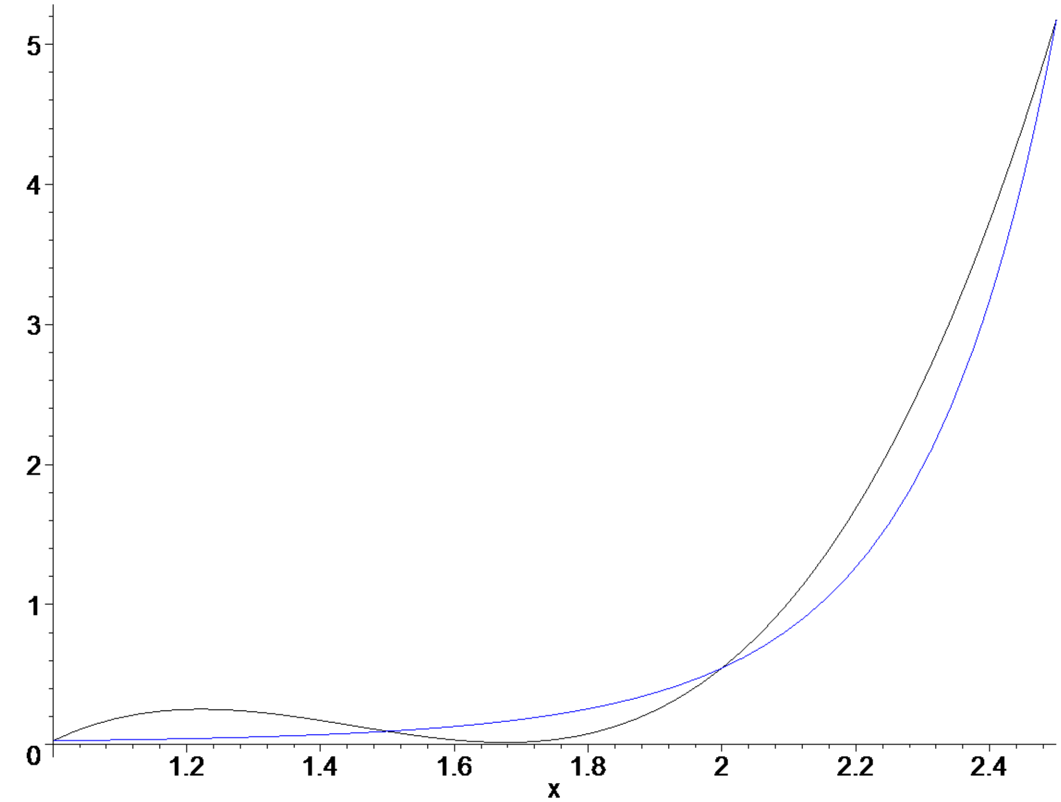
```
> P3_N:=P3;
```

$$P3\_N := -.108206262 + .13538908\,x + .76681920\,(x-1)\,(x-1.5) + 5.0661773\,(x-1)\,(x-1.5)\,(x-2.0)$$

```
> g := x ->((1/100)*exp(x^2));
```

$$g := x \to \frac{1}{100}\,\mathrm{e}^{(x^2)}$$

```
> plot([g(x)], x=1.0..2.5, color=[red], style=[line]):;
> gr5:=plot(g(x), x=1.0..2.5, color=[blue],style=[line]):
> gr8:=plot(P3_N, x=1.0..2.5, color=[black]):
> display(gr5,gr8);
```




```
> P2_1.8:=evalf(subs(x=1.8, P2),8);
```

P2_18 := -.13642530

```
> a:y18;
```

.25533722

```
> P3_1.8:=evalf(subs(x=1.8, P3),8);
```

P3_18 := .07635418

Observe que o erro entre o valor exato e o valor do polinômio de grau dois é menor do que erro com o valor do polinômio de grau três.

Erro entre o valor " exato" e o valor obtido pelo polinômio de grau três

```
> e2:=y18-P2_1.8;
```

e2 := .39176252

```
> e3:=y18-P3_1.8;
```

e3 := .17898304

ESTIMATIVA DE ERRO PARA A INTERPOLAÇÃO

E_3(x)<= abs((x-x0)*(x-x1)*(x-x2)*(x-x3))*M^4/ fatorial(4)

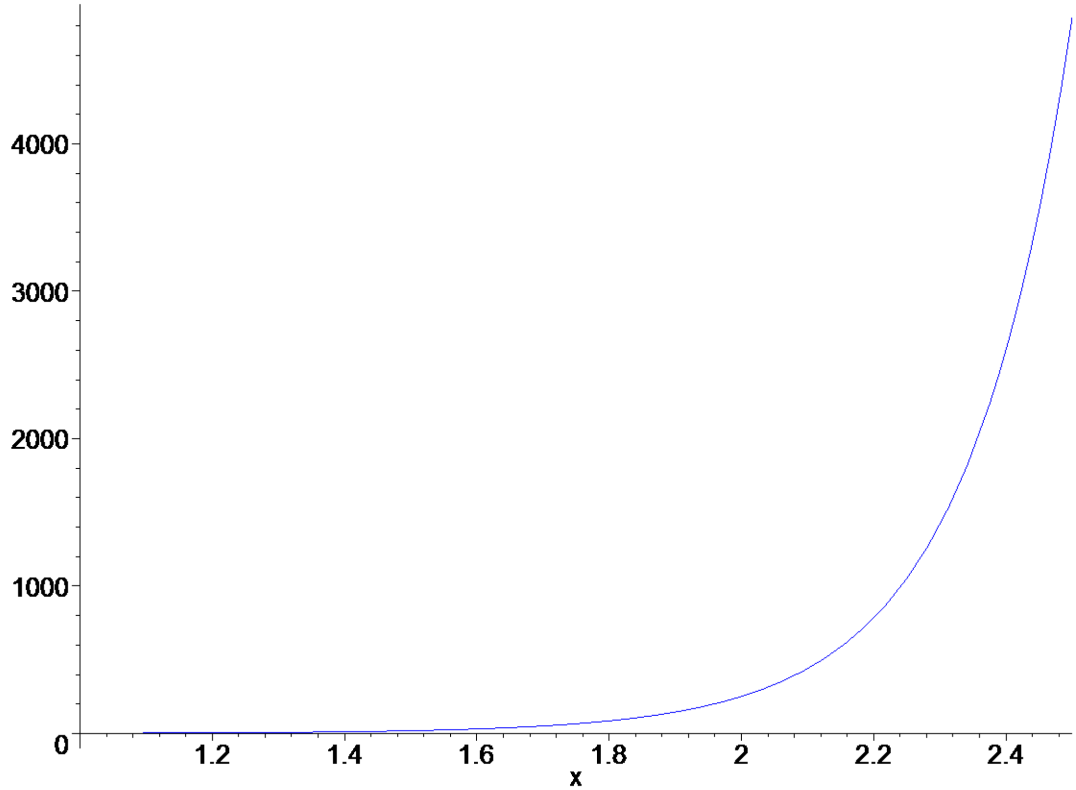
Como a função f(x)=10*exp(x^2) então todas as derivadas são iguais a função e o valor maximo M^4=max 1/25*(3+12*x^2+4*x^4)*exp(x^2);

g4 é a quarta derivada da função f(x).

```
> g4:= 1/25*(3+12*x^2+4*x^4)*exp(x^2);
```

$$g4 := \frac{1}{25}(3 + 12x^2 + 4x^4)\, \mathbf{e}^{(x^2)}$$

```
> gr:=plot(g4, x=1.0..2.5, color=[blue]):
> display(gr);
```



Como a função é crescente então o máximo encontra-se nos extremos.

```
> M4:=evalf(subs(x=2.5, g4),8);
```

$$M4 := 4853.7801$$

```
> fatorial(4):=24;
```

$$\mathrm{fatorial}(4) := 24$$

```
> E3:=evalf(((x-x0)*(x-x1)*(x-x2)*(x-x3))*M4/ fatorial(4),8);
```

ESTIMATIVA DE ERRO É DADA POR:

$$E3 := 202.24084\,(x - 1.)\,(x - 1.5)\,(x - 2.0)\,(x - 2.5)$$

```
>
```

no ponto x=1.12 o erro é dado por:

```
> E3_1.8:=abs(subs(x=1.8, E3));
```

$$E3\_18 := 6.795292224$$

Logo o valor aproximado de f(1.12) aprox.P3(1.12)=3.064704000
com um erro de E3_112=.00002113514881

```
> epsilon_1:=P3_1.8-E3_1.8;
```

$$epsilon\_1 := 6.718938044$$

```
> epsilon_2:=P3_1.8+E3_1.8;
```

$$epsilon\_2 := 6.871646404$$

O VALOR EXATO DE f(1.12)=exp(1.12)=3.064854

```
> a:=y18;
```

$$a := .25533722$$

Logo podemos verificar que
epsilon_1<=a <= epsilon_2 e assim o resultado do teorema se confirma.

CASO DISCRETO - ESTIMATIVA DE ERRO

AGORA VAMOS DESCONSIDERAR QUE A FUNÇÃO f(X) SEJA CONHECIDA SOMENTE NOS PONTOS TABELADOS
Para obter a estimativa de erro, vamos então calcular o polinômio interpolador somente para três pontos. Assim poemos calcular uma aproximação
da estimativa de erro. Como o ponto que queremos estimar é x=1.12, vamos retirar o ponto que fica mais distante de 1.12, que é o ponto x3=1.3(isso diminui o erro!)

```
> P2_N:=y0+f[x0,x1]*(x-x0)+f[x0,x1,x2]*(x-x0)*(x-x1);
```

$$P2\_N := -.108206262 + .13538908\,x + .76681920\,(x-1)\,(x-1.5)$$

```
> P2_1.8:=subs(x=1.8, P2_N);
```

$$P2\_18 := .3195306900$$

Calculo do operador das diferenças divididas de ordem 3, para os pontos x0,x1,x2,x3e o termo f[x0,x1,x2,x3]

```
> Odd(3):=f[x0,x1,x2,x3];
```

$$\mathrm{Odd}(3) := 5.0661773$$

```
> ER2:=(x-x0)*(x-x1)*(x-x2)*Odd(3);
```

ESTIMATIVA DE ERRO DISCRETO É DADA POR:

$$ER2 := 5.0661773\,(x-1)\,(x-1.5)\,(x-2.0)$$

```
>
```

no ponto x=1.8 o erro é dado por:

```
> ER_1.8:=abs(subs(x=1.8, ER2));
```

$$ER\_18 := .2431765104$$

Logo o valor aproximado de f(1.12) aprox.P2(1.12)=3.064800000
com um erro de ER_112=.00009600000000

```
> alpha_1:=P2_1.8-ER_1.8;
```

$$alpha\_1 := .0763541796$$

```
> alpha_2:=P2_1.8+ER_1.8;
```

$$alpha\_2 := .5627072004$$

```
>
```

O VALOR EXATO DE f(1.12)=exp(1.12)=3.064854

```
> b:=y18;
```

$$b := .25533722$$

Logo o valor aproximado de f(1.12) aprox.P2(1.12)=3.064800000
com um erro de ER_112=.00009600000000
ASSIM PODEMOS OBSERVAR QUE ALPHA_1<= B=< ALPHA_2.
Esse resultado nem sempre pode ser garantido.

```
>
```

ERROS DE ARREDONDAMENTO EM INTERPOLAÇÃO

Vamos considerar somente duas casa decimais no primeiro exemplo, e veremos que vão aparecer distorções.

EXEMPLO 3

```
> x0:=1:
> x1:=1.1:
> x2:=1.2:
> x3:=1.3:
```

VALOR DA FUNÇÃO

```
> f:=exp(x);
```

$$f := \mathbf{e}^x$$

VALOR DA FUNÇÃO

```
> y0:=2.71:
> y1:=3.00:
> y2:=3.32:
> y3:=3.66:
>
> h:=0.1:
> X[0]:=array(1..4,[x0,x1,x1,x3]):;
>
> f[x0,x1]:=evalf((y1-y0)/h,3);
```

$$f_{1,\,1.1} := 2.90$$

```
> f[x1,x2]:=evalf((y2-y1)/h,3);
```

$$f_{1.1,\,1.2} := 3.20$$

```
> f[x2,x3]:=evalf((y3-y2)/h,3);
```

$$f_{1.2,\,1.3} := 3.40$$

```
> f[x0,x1,x2]:=evalf((f[x1,x2]-f[x0,x1])/(2*h),3);
```

$$f_{1,\,1.1,\,1.2} := 1.50$$

```
> f[x1,x2,x3]:=evalf((f[x2,x3]-f[x1,x2])/(2*h),3);
```

$$f_{1.1,\,1.2,\,1.3} := 1.00$$

```
> f[x0,x1,x2,x3]:=evalf((f[x1,x2,x3]-f[x0,x1,x2])/(3*h),3);
```

$$f_{1,\,1.1,\,1.2,\,1.3} := -1.67$$

```
> P2:=evalf(y0+f[x0,x1]*(x-x0)+f[x0,x1,x2]*(x-x0)*(x-x1),3);
```

$$P2 := -.19 + 2.90\,x + 1.50\,(x - 1.)\,(x - 1.1)$$

```
> P2:=evalf(subs(x=1.12, P2),3);
```

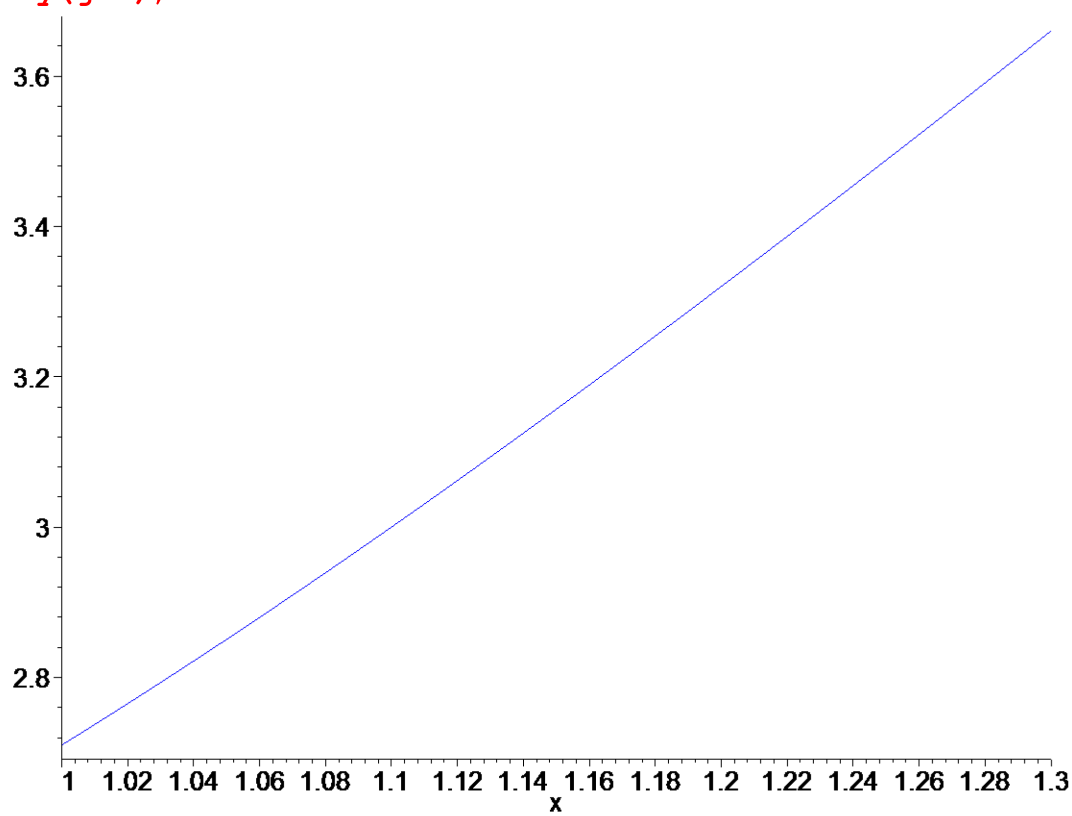
$$P2 := 3.06$$

POLINÔMIO DE NEWTON DE GRAU TRÊS

```
> P3_N:=y0+f[x0,x1]*(x-x0)+f[x0,x1,x2]*(x-x0)*(x-x1)+f[x0,x1,x2,x3]*
  (x-x0)*(x-x1)*(x-x2);
```

$$P3\_N := -.19 + 2.90\,x + 1.50\,(x - 1)\,(x - 1.1) - 1.67\,(x - 1)\,(x - 1.1)\,(x - 1.2)$$

```
> gr8:=plot(P3_N, x=1.0..1.3, color=[blue]):
> display(gr8);
```




```
> P3_N:=evalf(subs(x=1.12, P3_N),3);
```

$$P3\_N := 3.06192$$

```
> y112:=evalf(exp(1.12),6);
```

$$y112 := 3.06485$$

Erro entre o valor " exato" e o valor obtido pelo polinômio de grau três

```
> e:=evalf(y112-P3_N,6);
```

$$e := .00293$$

ESTIMATIVA DE ERRO PARA A INTERPOLAÇÃO

E_3(x)<= abs((x-x0)*(x-x1)*(x-x2)*(x-x3))*M^4/ fatorial(4)
Como a função f(x)=exp(x) então todas as derivadas são iguais a função e o valor maximo M^4=exp(1.3)

```
> M3:=evalf(exp(1.3),6);
```

$$M3 := 3.66930$$

```
> E3:=evalf(((x-x0)*(x-x1)*(x-x2)*(x-x3))*M3/ fatorial(4),6);
```

ESTIMATIVA DE ERRO É DADA POR:

$$E3 := .152888\,(x-1.)\,(x-1.1)\,(x-1.2)\,(x-1.3)$$

```
> fatorial(4):=24;
```

$$\mathrm{fatorial}(4) := 24$$

no ponto x=1.12 o erro é dado por:

```
> E3_1.12:=evalf(abs(subs(x=1.12, E3)),6);
```

$$E3\_112 := .528381\ 10^{-5}$$

```
> epsilon_1:=evalf(P3_1.12-E3_1.12,6);
```

$$epsilon\_1 := 3.06484$$

```
> epsilon_2:=evalf(P3_1.12+E3_1.12,6);
```

$$epsilon\_2 := 3.06486$$

O VALOR EXATO DE f(1.12)=exp(1.12)=3.064854

```
> a:=evalf(exp(1.12),6);
```

$$a := 3.06485$$

NOTE QYE O VALOR DE A ESTA FORA DO INTERVALO (EPSILON_1, EPSILON_2)

CASO DISCRETO - ESTIMATIVA DE ERRO

AGORA VAMOS DESCONSIDERAR QUE A FUNÇÃO f(X) SEJA CONHECIDA SOMENTE NOS PONTOS TABELADOS

Para obter a estimativa de erro, vamos então calcular o polinômio interpolador somente para três pontos. Assim poemos calcular uma aproximação da estimativa de erro. Como o ponto que queremos estimar é x=1.12, vamos retirar o ponto que fica mais distante de 1.12, que é o ponto x3=1.3(isso diminui o erro!)

```
> P2_N:=evalf(y0+f[x0,x1]*(x-x0)+f[x0,x1,x2]*(x-x0)*(x-x1),6);
```

$$P2\_N := -.19 + 2.90\,x + 1.50\,(x - 1.)\,(x - 1.1)$$

```
> P2_1.12:=evalf(subs(x=1.12, P2_N),6);
```

$$P2\_112 := 3.06160$$

Calculo do operador das diferenças divididas de ordem 3, para os pontos x0,x1,x2,x3e o termo f[x0,x1,x2,x3]

```
> Odd(3):=evalf(f[x0,x1,x2,x3],6);
```

$$\mathrm{Odd}(3) := -1.67$$

```
> ER2:=evalf((x-x0)*(x-x1)*(x-x2)*Odd(3),6);
```

ESTIMATIVA DE ERRO DISCRETO É DADA POR:

$$ER2 := -1.67\,(x - 1.)\,(x - 1.1)\,(x - 1.2)$$

```
>
```

no ponto x=1.12 o erro é dado por:

```
> ER_1.12:=evalf(abs(subs(x=1.12, ER2)),6);
```

$$ER\_112 := .00032064$$

Logo o valor aproximado de f(1.12) aprox.P2(1.12)=3.064800000

com um erro de ER_112=.00009600000000

```
> alpha_1:=evalf(P2_1.12-ER_1.12,6);
```

$$alpha\_1 := 3.06128$$

```
> alpha_2:=evalf(P2_1.12+ER_1.12,6);
```

$$alpha\_2 := 3.06192$$

```
>
```

O VALOR EXATO DE f(1.12)=exp(1.12)=3.064854

```
> b:=evalf(exp(1.12),6);
```

$$b := 3.06485$$

```
>
>
>
```

OBSERVE QUE O VALOR EXATO ESTA FORA DO INTERVALO DE SEGURANÇA