



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Itá Seabra

Apostila: Introdução ao Software Mathematica

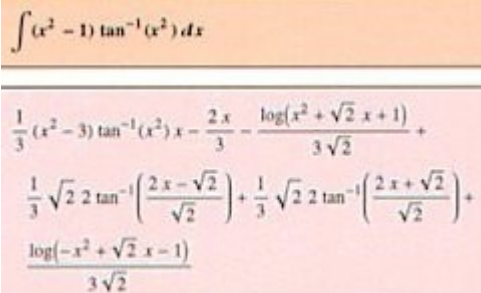
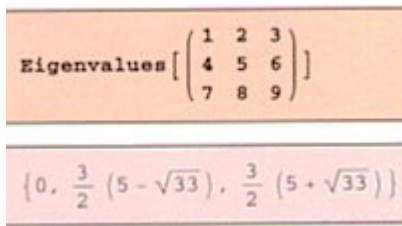
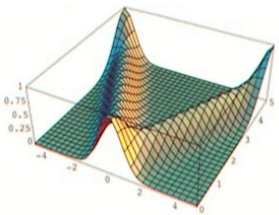
PROF. OSMAR ALÉSSIO

O fabricante do **Mathematica** é a [Wolfram Research](#), líder em desenvolvimento de software de computação técnica. A empresa foi fundada em 1987 por Stephen Wolfram e lançou a primeira versão de seu produto carro-chefe, o **Mathematica** em 23/07/1988.

O **Mathematica** é um software extremamente abrangente. Ele faz muitas coisas e bem feitas! Entre elas: Ele pode efetuar cálculos numéricos, operar expressões algébricas (por exemplo, gerar uma grande variedade de diferentes tipos de gráficos. Adicionalmente, sua poderosa linguagem de programação de alto nível permite estender seu uso para aplicações que atendam a necessidades específicas (por exemplo, cálculo estrutural, séries temporais, redes neurais, etc...)

O **Mathematica** é usado por milhões de engenheiros, analistas, cientistas, educadores e estudantes, o **Mathematica** combina uma capacidade computacional inigualada -- incluindo as mais rápidas rotinas de álgebra linear do mercado -- com uma interface avançada, conectividade com Java, .NET, C/C++, XML e outras. Os recursos do **Mathematica** incluem computação simbólica (operações com literais) e numérica, otimização, programação linear, análises e visualização (gráficos 2-D e 3-D). Tem também recursos de uma linguagem de programação própria e possibilidade de criação de documentos Web. O formato de documentos no **Mathematica** (chamado notebook, ou "caderno" em português) possibilita a geração de arquivos customizáveis multi-plataforma indicados para a produção de documentos de alta qualidade para publicação em mídia eletrônica ou impressa. Uma sempre crescente biblioteca de aplicações (application packages) provê soluções específicas para diversas áreas como engenharia, finanças, estatística, análise de dados, web, e multi-processamento.

O **Mathematica** no Brasil está em uso em organizações importantes, como a Petrobrás, Eletronorte, Eletronuclear, Transpetro, CENPES, INPE, Votorantim, USP, Unicamp, ITA, UFRJ e muitas outras.

<p>O Mathematica pode calcular mais integrais, equações diferenciais, e transformadas do que jamais foi imaginado que humanos ou computadores pudessem fazer por métodos numéricos e simbólicos</p>	<p>Assim se dá ao Mathematica o comando para calcular os eigenvalues de uma matriz</p>	<p>O Mathematica tem amplos recursos de geração de gráficos. Veja abaixo o resultado do cálculo de uma equação de onda dadas as condições iniciais</p>
		

Formas de comercialização e edições do Mathematica:

<p>Mathematica for Students</p>	<p>Ferramenta de apoio para aprendizado perfeita para estudantes. Uma prova de identificação desta situação de estudante é solicitada para fornecimento do software.</p>
<p>Mathematica Professional</p>	<p>Preços diferenciados pra uso comercial e acadêmico</p>
<p>Site License Comercial e Acadêmico</p>	<p>Para atendimento a um contingente grande de usuários dentro de uma mesma instituição. Descontos de volume para licenças ou licenciamento ilimitado. Licenças permanentes ou leasing.</p>
<p>Licença de rede ou concorrente ou flutuante</p>	<p>Fornecer um número determinado de licenças para uso simultâneo em rede. Qualquer equipamento da rede pode executar o Mathematica. A interface com o usuário fica no cliente e o kernel, opcionalmente, do servidor ou no desktop do cliente.</p>
<p>Serviço de suporte e manutenção - Premier Services</p>	<p>Contratação anual. Garante suporte técnico na utilização do Mathematica e atualizações do software.</p>

Apostila: INTRODUÇÃO AO SOFTWARE MATHEMATICA
PROF. OSMAR ALÉSSIO
DEP. MATEMÁTICA
FEIS/UNESP

RESUMO

A APOSTILA ESTÁ DIVIDIDA EM TRÊS PARTES:

- **ARITMÉTICA E ALGEBRA**
Operações básicas, Números exatos e aproximados, Precisão Arbitrária, Números Reais e complexos, Algumas Funções Conhecidas, Definição de Variáveis, Vetores, Matrizes e Álgebra: equações, sistemas de equações.
- **FUNÇÕES, GRÁFICOS DE FUNÇÕES, CURVAS E SUPERFÍCIES**
Funções de uma variável e de várias variáveis, gráficos de funções de uma e duas variáveis, curvas planas e espaciais, superfícies na forma paramétrica e implícita.
- **CÁLCULO DIFERENCIAL E INTRODUÇÃO A PROGRAMAÇÃO**
Funções, Zero de Funções, Limites, Derivadas, Equações Diferenciais, Integrais e Introdução a programação no mathematica.

1ª. PARTE

1. Aritmética

x^y	Potência
$-x$	Subtração
x/y	Divisão
xyz or $x*y*z$	Multiplicação
$x+y+z$	Adição

1.1 Resultado Exato ou Aproximado

Mathematica pode dar resultados em termos de frações (número racional).



ou em termos de números aproximados na forma decimal.

expr //N *expr*

Untitled-2 *

```
In[80]:= 1/2 + 3/4 // N
```

```
Out[80]= 1.25
```

Outra maneira de representar o número na forma decimal

452./62

7.29032

Na forma simbólica

Untitled-2 *

```
In[81]:= Sqrt[2]
```

```
Out[81]=  $\sqrt{2}$ 
```

Na forma aproximada decimal

Untitled-1 *

```
In[2]:= Sqrt[2] // N
```

```
Out[2]= 1.41421
```

1.2. Alguns Números Conhecidos e a unidade de medida Grau.

Pi	$\pi > 3.14159$
E	$e > 2.71828$ (normally output as \tilde{e})
Degree	$\pi / 180$: degrees-to-radians conversion factor (normally output as $^\circ$)
I	$i = \sqrt{-1}$ (normally output as \hat{e})
Infinity	∞

```

Untitled-1 *
In[12]:= Pi
          Pi // N
Out[12]=  $\pi$ 
Out[13]= 3.14159
In[14]:= E
          E // N
Out[14]= e
Out[15]= 2.71828
In[5]:= I
Out[5]= i
In[8]:= Infinity
Out[8]=  $\infty$ 
In[16]:= 30 Degree
Out[16]= 30  $^\circ$ 
    
```

1.3. Cálculo com precisão arbitrária.

$expr // N$ or $N[expr]$	approximate numerical value of $expr$
$N[expr, n]$	numerical value of $expr$ calculated with n -digit precision

Para fornecer o número Pi aproximado com aproximação default.

Deve-se colocar $N[\text{Pi}]$ é exatamente equivalente a $\text{Pi} // N$.

$N[\text{Pi}]$

3.14159

Para fornecer o número Pi aproximado com 40 dígitos.

$N[\text{Pi}, 40]$

3.141592653589793238462643383279502884197

1.4. Números Complexos

$x + I y$	the complex number $x + i y$
$\text{Re}[z]$	real part
$\text{Im}[z]$	imaginary part
$\text{Conjugate}[z]$	complex conjugate z^* or \bar{z}
$\text{Abs}[z]$	absolute value $ z $
$\text{Arg}[z]$	the argument θ in $ z e^{i\theta}$

```

Untitled-2 *
In[68]:= Sqrt[-4]
Out[68]= 2 i

In[70]:= z = 3 + 2 I
Out[70]= 3 + 2 i

In[71]:= Re[z]
Out[71]= 3

In[72]:= Im[z]
Out[72]= 2

In[75]:= z1 = Conjugate[z]
Out[75]= 3 - 2 i

In[76]:= z * z1
Out[76]= 13
    
```


1.5. Algumas funções Matemáticas

Sqrt[x]	square root (\sqrt{x})
Exp[x]	exponential (e^x)
Log[x]	natural logarithm ($\log_e x$)
Log[b, x]	logarithm to base b ($\log_b x$)
Sin[x], Cos[x], Tan[x]	trigonometric functions (with arguments in radians)
ArcSin[x], ArcCos[x], ArcTan[x]	inverse trigonometric functions
n!	factorial (product of integers 1, 2, ..., n)
Abs[x]	absolute value
Round[x]	closest integer to x
Mod[n, m]	n modulo m (remainder on division of n by m)
Random[]	pseudorandom number between 0 and 1
Max[x, y, ...], Min[x, y, ...]	maximum, minimum of x, y, \dots
FactorInteger[n]	prime factors of n (see Section 3.2.5)

1.4.1. Funções Trigonométricas

Note que os argumentos para funções trigonométricas são em radianos.


```


In[66]:= Sin[Pi / 2]

Out[66]= 1
    
```

Para entrar com graus, por exemplo 30° .
 Deve-se multiplicar pela constante Degree que converte o argumento em radianos.

```


In[67]:= Sin[30 Degree]

Out[67]=  $\frac{1}{2}$ 
    
```

1.6. Definição de Variáveis

The image shows two Mathematica notebook windows. The left window, titled 'Untitled-2 *', contains the following input and output pairs:

```
In[86]:= x = 5
Out[86]= 5

In[87]:= x^2
Out[87]= 25
```

The right window, also titled 'Untitled-2 *', contains the following input and output pairs:

```
In[88]:= pi = N[Pi, 40]
Out[88]= 3.141592653589793238462643383279502884197

In[89]:= pi
Out[89]= 3.141592653589793238462643383279502884197

In[90]:= y = pi
Out[90]= 3.141592653589793238462643383279502884197

In[91]:= y
Out[91]= 3.141592653589793238462643383279502884197
```

1.7. Vetores e Matrizes

Vetores e matrizes em *Mathematica* são simplesmente representados por listas e por listas de listas, respectivamente.

$\{a, b, c\}$ vector $\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix}$
 $\{\{a, b\}, \{c, d\}\}$ matrix $\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$

1.7.1. Vetores

```

Untitled-2 *
In[92]:= v = {1, 2, 3}
Out[92]= {1, 2, 3}
In[94]:= u = {0, 2, -1}
Out[94]= {0, 2, -1}
    
```

1.7.1.2. Operações com Vetores

cv	multiply by a scalar
$a \cdot b$	vector dot product
Cross[a, b]	vector cross product (also input as $a \ b$)
Norm[v]	norm of a vector

- Produto Escalar

Podemos usar também o comando Dot[u,v]

```

Untitled-2 *
In[95]:= u.v
Out[95]= 1
In[96]:= Dot[u, v]
Out[96]= 1
    
```

- **Ângulo entre Vetores**

```

Untitled-1 *
In[6]:= u = {1, 0, 0}
        v = {1, 1, 0}

Out[6]= {1, 0, 0}

Out[7]= {1, 1, 0}

In[8]:= angulo = Dot[u, v] / (Norm[u] * Norm[v])

Out[8]= 1/√2
    
```

- **Produto Vetorial**

```

Untitled-2 *
In[101]:= u = {1, 0, 0};
           v = {0, 1, 0};
           Cross[u, v]

Out[103]= {0, 0, 1}
    
```

1.7.2. Matrizes

- **Entrada de matrizes**

```

Untitled-1 *
In[17]:= A = {{1, 0, 2}, {3, 4, 4}}

Out[17]= {{1, 0, 2}, {3, 4, 4}}
    
```

- **Apresentação em um formato melhor**

```

In[18]:= MatrixForm[A]

Out[18]/MatrixForm=
      ( 1  0  2 )
      ( 3  4  4 )
    
```

1.7.2.1. Operações Matriciais

- Soma de Matrizes

```

Untitled-1 *

In[82]:= A = {{1, 0, 2}, {3, 4, 4}, {2, 3, 4}}
          B = {{2, 3, 1}, {-3, 4, -5}, {3, 4, 1}}

Out[82]= {{1, 0, 2}, {3, 4, 4}, {2, 3, 4}}

Out[83]= {{2, 3, 1}, {-3, 4, -5}, {3, 4, 1}}

In[84]:= MatrixForm[A]
          MatrixForm[B]

Out[84]//MatrixForm=
      ( 1  0  2 )
      ( 3  4  4 )
      ( 2  3  4 )

Out[85]//MatrixForm=
      ( 2  3  1 )
      (-3  4 -5 )
      ( 3  4  1 )

In[87]:= MatrixForm[A + B]

Out[87]//MatrixForm=
      ( 3  3  3 )
      ( 0  8 -1 )
      ( 5  7  5 )
    
```

cm	multiply by a scalar
$a . b$	matrix product
Inverse[m]	matrix inverse
MatrixPower[m, n]	n^{th} power of a matrix
Det[m]	determinant
Tr[m]	trace
Transpose[m]	transpose
Eigenvalues[m]	eigenvalues
Eigenvectors[m]	eigenvectors

- **Produto de uma matriz**

```

Untitled-1 *
In[21]:= A = {{1, 0, 2}, {3, 4, 4}}
          B = {{2, 1, 3}}

Out[21]= {{1, 0, 2}, {3, 4, 4}}

Out[22]= {{2, 1, 3}}

In[23]:= MatrixForm[A]
          MatrixForm[B]

Out[23]/MatrixForm=
  ( 1  0  2 )
  ( 3  4  4 )

Out[24]/MatrixForm=
  ( 2  1  3 )

-----

In[30]:= MatrixForm[A]
          MatrixForm[Transpose[B]]

Out[30]/MatrixForm=
  ( 1  0  2 )
  ( 3  4  4 )

Out[31]/MatrixForm=
  ( 2 )
  ( 1 )
  ( 3 )

In[34]:= MatrixForm[A.Transpose[B]]

Out[34]/MatrixForm=
  ( 8 )
  ( 22 )
  
```

- A Inversa de uma Matriz Quadrada

```

Untitled-1 *

In[76]:= A = {{1, 0, 2}, {3, 4, 4}, {2, 3, 4}}

Out[76]= {{1, 0, 2}, {3, 4, 4}, {2, 3, 4}}

In[77]:= MatrixForm[A]

Out[77]//MatrixForm=

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 \\ 3 & 4 & 4 \\ 2 & 3 & 4 \end{pmatrix}$$


In[79]:= Det[A]

Out[79]= 6

In[80]:= Inverse[A]

Out[80]= {{2/3, 1, -4/3}, {-2/3, 0, 1/3}, {1/6, -1/2, 2/3}}

MatrixForm[Inverse[A]]

Out[81]//MatrixForm=

$$\begin{pmatrix} \frac{2}{3} & 1 & -\frac{4}{3} \\ -\frac{2}{3} & 0 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{6} & -\frac{1}{2} & \frac{2}{3} \end{pmatrix}$$

    
```

2ª. PARTE

Funções

- Função de uma variável

```

Untitled-1 *
In[105]:= f[x_] = x^2 + 3
Out[105]= 3 + x^2

In[110]:= "declara um valor para x"
x = 3
Out[110]= declara um valor para x
Out[111]= 3

In[108]:= "valor da f no ponto x=3"
f[x]
Out[108]= valor da f no ponto x=3
Out[109]= 12
  
```

Ou colocando o valor de x direto na função

```

Untitled-1 *
In[116]:= "valor da f no ponto x=3"

f[3]

Out[116]= valor da f no ponto x=3

Out[117]= 12
    
```

Função composta

```

Untitled-1 *
In[118]:= f[x_] = x^2

g[x_] = 1/x

Out[118]= x^2

Out[119]= 1/x

In[124]:= "Função composta fog"

f[g[x]]

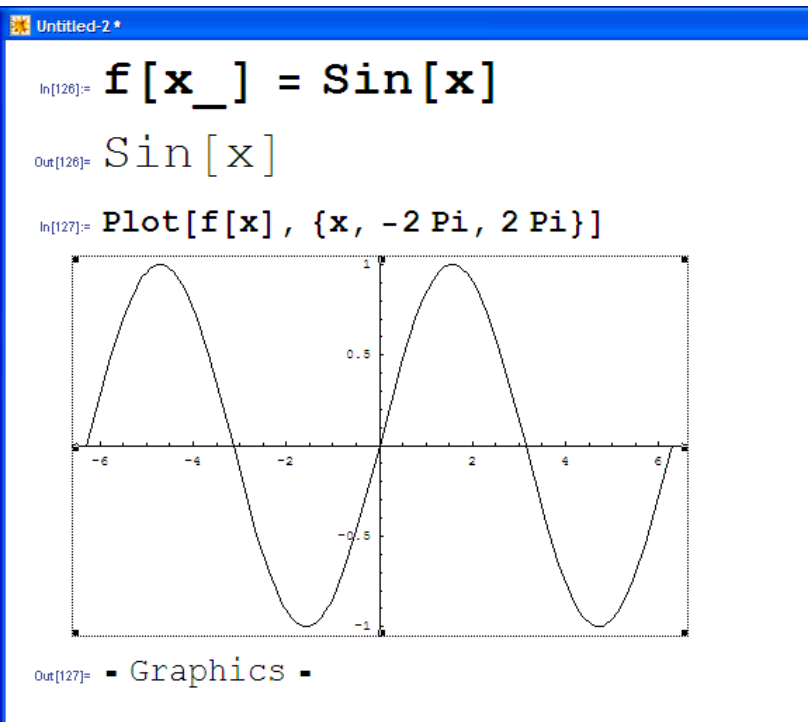
Out[124]= Função composta fog

Out[125]= 1/x^2

In[123]:= f[g[2]]

Out[123]= 1/4
    
```

Gráfico de Funções de uma variável



Funções de várias variáveis

```

Untitled-2 *
In[128]:= f[x_, y_] = y * Sin[x]
Out[128]= y Sin[x]

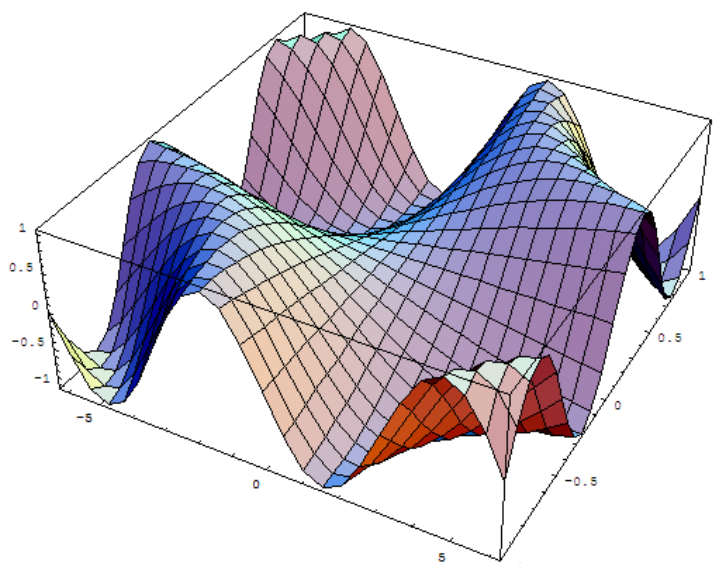
In[132]:= "Valor da função no ponto (x,y)=(Pi/2,3) "
          f[Pi / 2, 3]
Out[132]= Valor da função no ponto (x,y)=(Pi/2,3)
Out[133]= 3
  
```

Gráfico da função de duas variáveis.

```

Untitled-2 *
In[154]:= f[x_, y_] = Sin[x * y]
Out[154]= Sin[x y]

In[162]:= Plot3D[f[x, y], {x, -2 Pi, 2 Pi}, {y, -1, 1}]
  
```



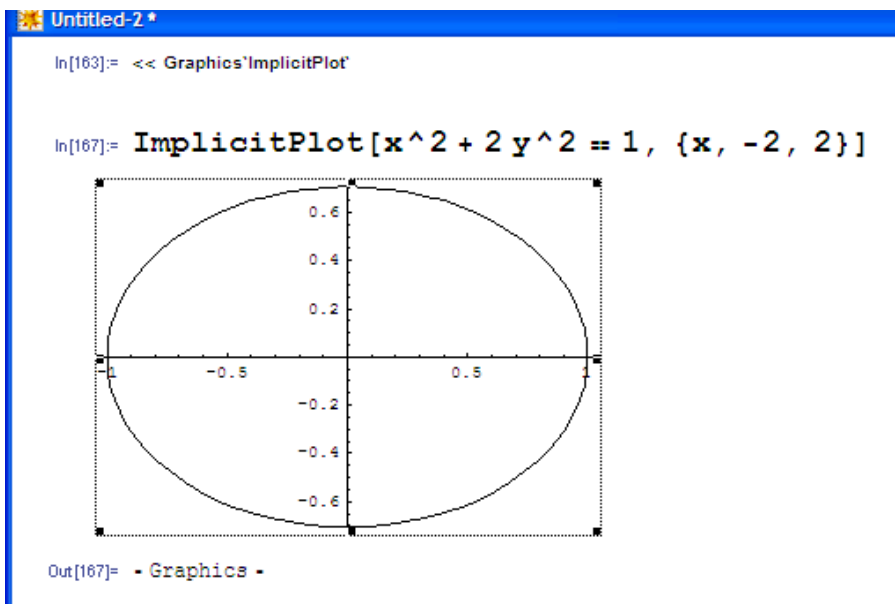
```

Out[162]= - SurfaceGraphics -
  
```

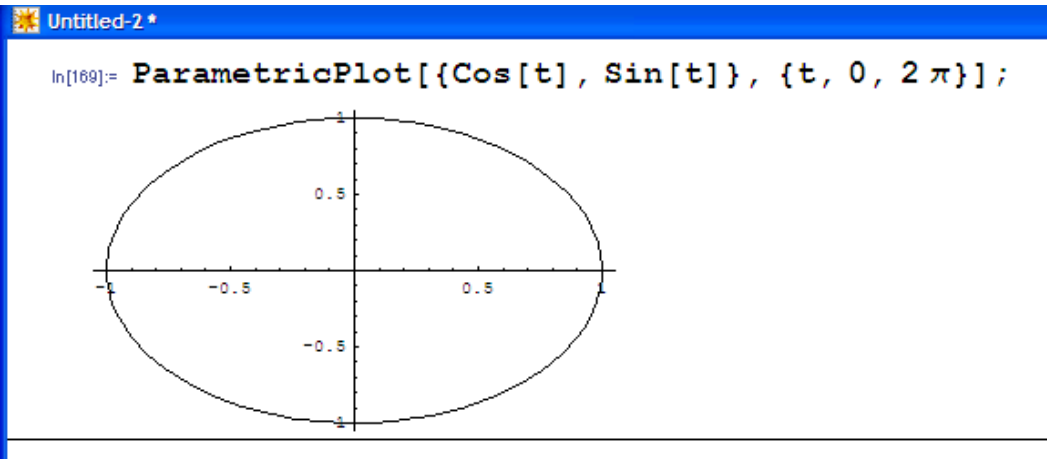
Gráficos de Curvas

Curvas Planas

- Curvas Implícitas

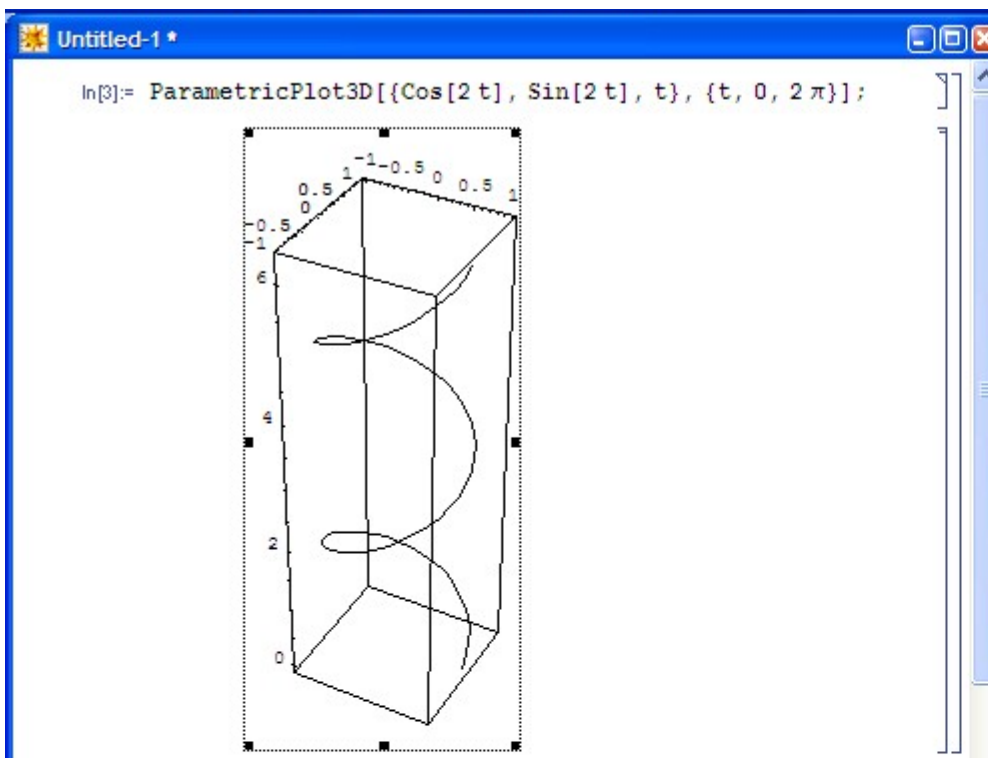


- Curvas paramétricas



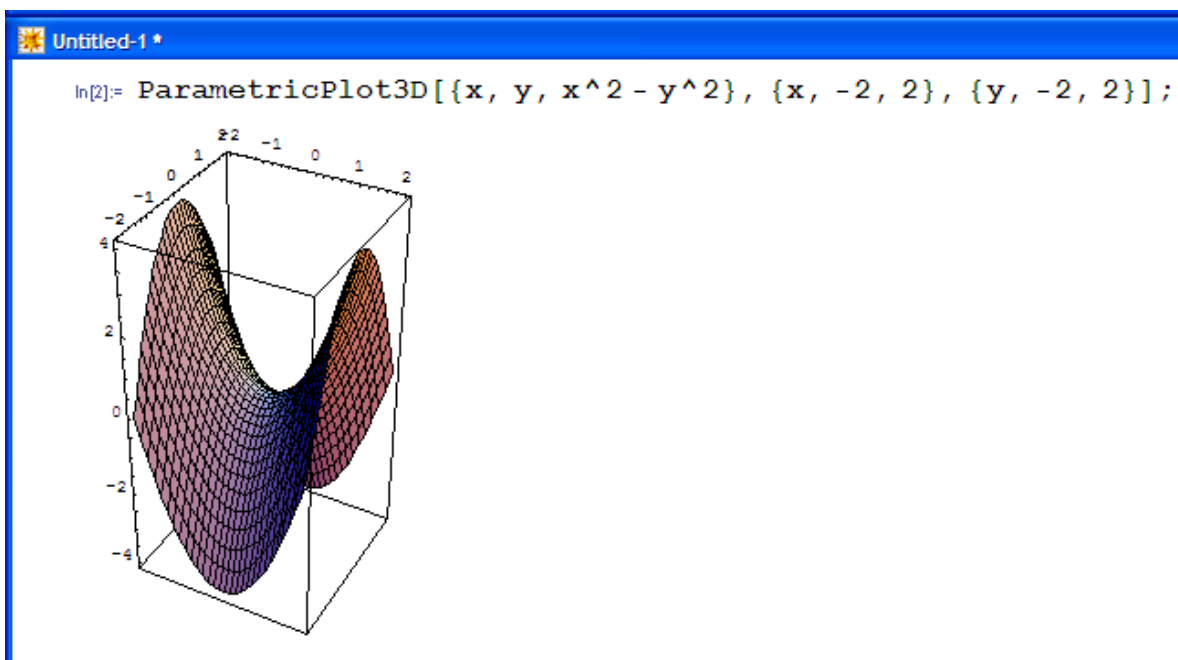
Curvas Espaciais

- Curvas Implícitas

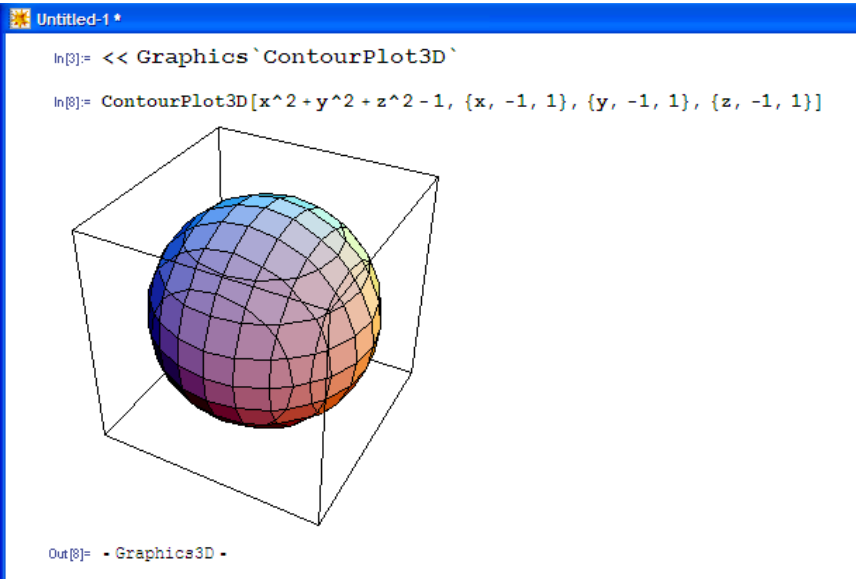


Gráficos de Superfícies

Superfície Paramétrica

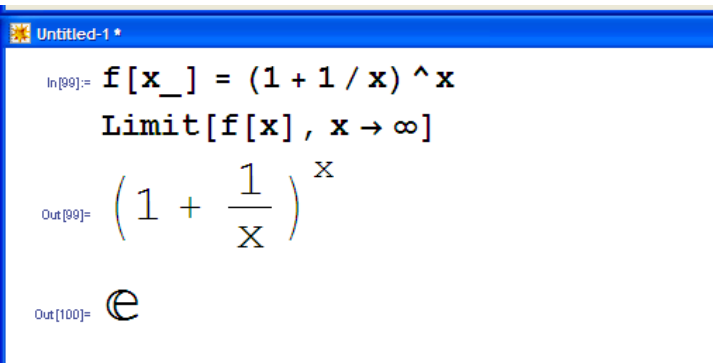


Superfície Implícita



Cálculo Diferencial

Limites Algébricos



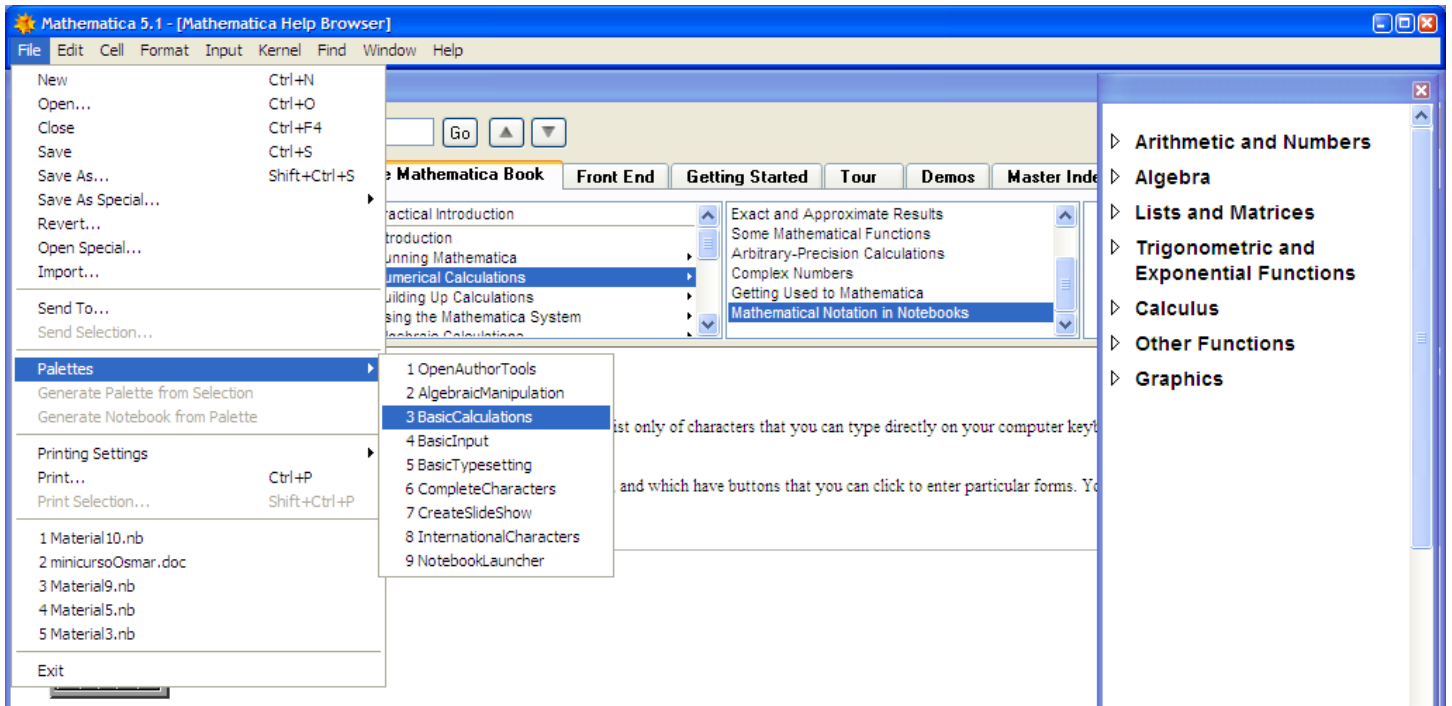
Por exemplo
 Definição de derivada por limite

```
In[94]:= Clear[x, h]
" g[x] = "
g[x_] = Cos[x]
" g' [x] = "
Limit[(g[x + h] - g[x]) / h, h -> 0]

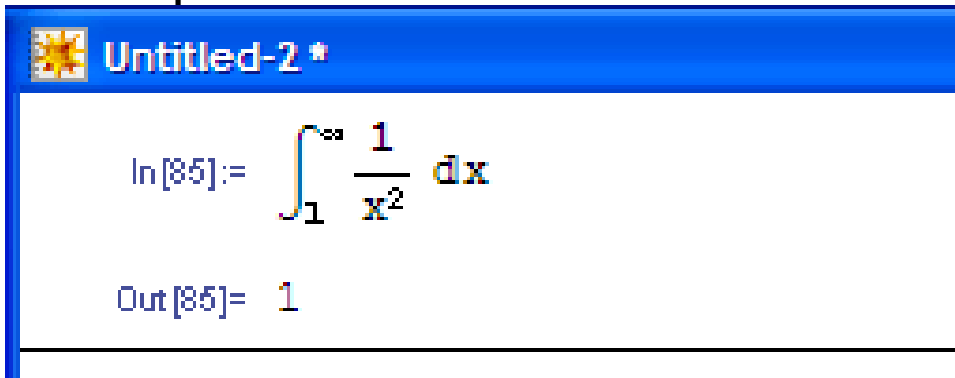
Out[95]= g[x] =
Out[96]= Cos[x]
Out[97]= g' [x] =
Out[98]= -Sin[x]
```

Notações matemáticas em Notebooks

Para obter estas notações, por exemplo, podemos ir em File e clicar em Palettes e depois em BasicCalculations



Por exemplo: Para calcularmos



Limites Numéricos

```
In[101]:= << NumericalMath`NLimit`
In[102]:= NLimit[f[x], x -> ∞]
Out[102]= 2.71828
```

Derivadas

A derivada no mathematica é feita pelo operador D

Derivada de funções de uma variável

```
Untitled-1 *
In[11]:=
Clear[f, x]
f[x_] = x^3 + Sin[x]
Out[12]= x^3 + Sin[x]
In[15]:= D[f[x], x]
Out[15]= 3 x^2 + Cos[x]
```

Derivada de funções de várias variáveis.

```

Untitled-1 *
In[18]:=
Clear[f, x]
f[x_, y_] = Sin[x * y] + x * y
Out[17]= x y + Sin[x y]
In[19]:= D[f[x, y], x]
Out[19]= y + y Cos[x y]
In[20]:= D[f[x, y], y]
Out[20]= x + x Cos[x y]
    
```

Integral de uma função

Integral Indefinida

```

Untitled-2 *
In[103]:= f[x_] = x^2
Out[103]= x^2
In[105]:= Integrate[f[x], x]
Out[105]= x^3 / 3
    
```

Integral Definida

```
In[107]:= Integrate[f[x], {x, 1, 2}]
```

```
Out[107]=  $\frac{7}{3}$ 
```

Equações

Expandir um produto de polinômios

Untitled-1 *

```
In[92]:= Expand[(x - 1) * (x - 3) * (x + 2)]
```

```
Out[92]=  $6 - 5x - 2x^2 + x^3$ 
```

Resolva a equação $x^3 - 2x^2 - 5x + 6 = 0$.

Untitled-1 *

```
In[94]:= Solve[6 - 5x - 2x^2 + x^3 == 0]
```

```
Out[94]= {{x -> -2}, {x -> 1}, {x -> 3}}
```

Nem todas as equações podem ser resolvidas usando o comando Solve[].
 Por exemplo:

```

Untitled-1 *
In[95]:= Solve[Cos[x] == x]
Solve::tdep : The equations appear to involve the variables to be solved for in an essentially non-algebraic way. More...
Out[95]:= Solve[Cos[x] == x]
    
```

Deve-se usar um método de aproximação numérica.
 Por exemplo

`FindRoot[lhs==rhs, {x, x0}]` busca a solução numérica da $lhs==rhs$, com chute inicial $x=x_0$.

```

Untitled-1 *
In[97]:= FindRoot[Cos[x] == x, {x, 1}]
Out[97]:= {1 -> 0.739085}
    
```

Sistemas de Equações Lineares e não lineares

- Lineares

```

Untitled-1 *
In[101]:= Clear[x, y]
Solve[{x + y == 0, x - y == 1}, {x, y}]
Out[102]:= {{x -> 1/2, y -> -1/2}}
    
```

- Também poderíamos usar matrizes para resolver este sistema.

Untitled-1 *

```
"Sistema Linear"
"x+y=0"
"x-y=1"

"Representação Matricial"
"AX=B"
A = {{1, 1}, {1, -1}}
B = {{0}, {1}}
MatrixForm[A]
MatrixForm[B]
```

```
In[27]:= "Solução"
X = Inverse[A].B
```

```
In[29]:= MatrixForm[X]
```

Out[29]/MatrixForm=

$$\begin{pmatrix} \frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} \end{pmatrix}$$

- Não-Lineares

Untitled-1 *

```
"Sistema Não-Linear"
"x^2+y^2=1"
"x-y=1"
```

Untitled-1 *

```
In[103]:= Clear[x, y]
Solve[{x^2 + y^2 == 1, x - y == 1}, {x, y}]
```

```
Out[104]= {{x -> 0, y -> -1}, {x -> 1, y -> 0}}
```

- Nem todas os sistemas de equações não-lineares podem ser resolvidas usando o comando `Solve[]`. Por exemplo:

```

Untitled-1 *
"Sistema Não-Linear"
"Cos[y]-Sin[x]=0"
"x-y=1"

In[40]:= Solve[{Cos[y] - Sin[x] == 0, x + y == 1}, {x, y}]

Solve::incnst : Inconsistent or redundant transcendental equation. After reduction, the bad equation is -1+ArcCos[Cos[y]]-ArcSin[Sin[x]] == 0. More...
Solve::incnst : Inconsistent or redundant transcendental equation. After reduction, the bad equation is -1+ArcCos[Cos[y]]-ArcSin[Sin[x]] == 0. More...
Solve::tdep : The equations appear to involve the variables to be solved for in an essentially non-algebraic way. More...

Out[40]= Solve[{Cos[y] - Sin[x] == 0, x + y == 1}, {x, y}]
  
```

Deve-se usar um método de aproximação numérica.
 Por exemplo

`FindRoot[{eqn1, eqn2, ...}, {{x, x0}, {y, y0}, ...}]` busca a solução numérica de sistemas não lineares.

```

Untitled-1 *
"Sistema Não-Linear"
"Cos[y]-Sin[x]=0"
"x-y=1"

In[38]:= FindRoot[{Cos[y] - Sin[x] == 0, x + y == 1}, {x, 0.1}, {y, 0.2}]

Out[38]= {x -> 1.2854, y -> -0.285398}
  
```

3ª. PARTE

INTRODUÇÃO A PROGRAMAÇÃO

Do

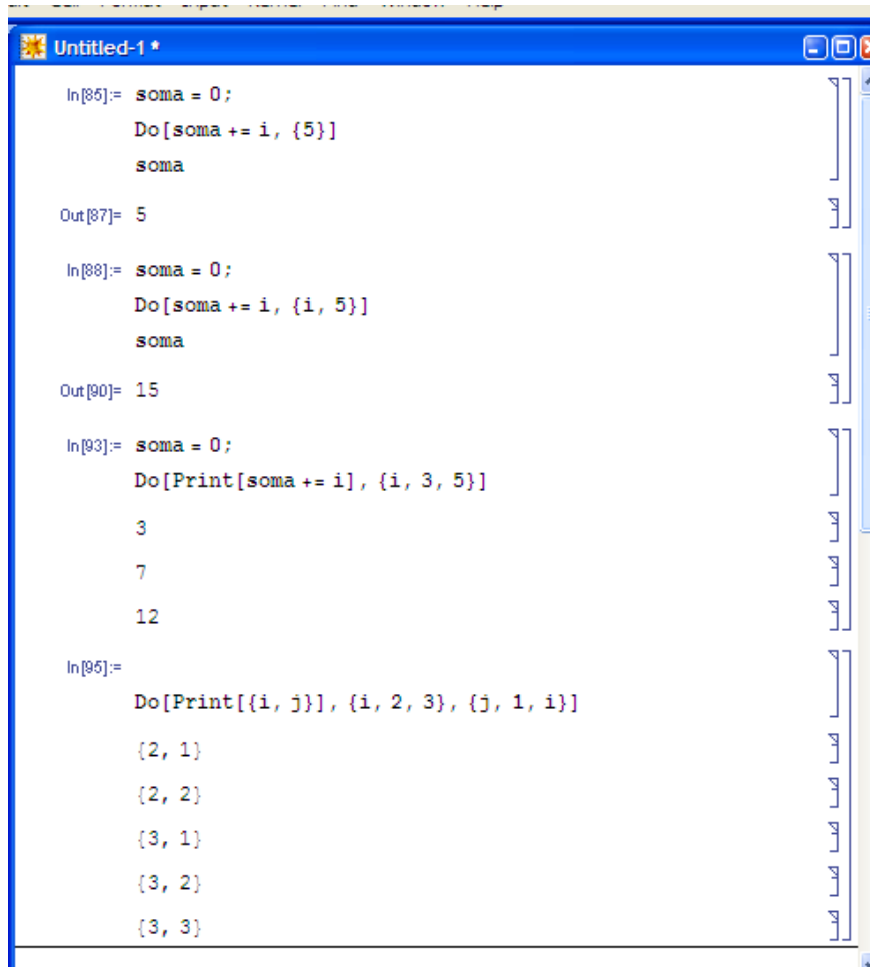
F `Do[expr, {imax}]` calcula `expr` i_{max} vezes.

`Do[expr, {i, imax}]` calcula `expr` com a variável `i` sucessivamente tomando valores de 1 até i_{max} (com passo 1).

`Do[expr, {i, imin, imax}]` inicia com $i = i_{min}$.

`Do[expr, {i, imin, imax, di}]` usa passo `di`.

`Do[expr, {i, imin, imax}, {j, jmin, jmax}, ...]` calcula `expr` looping sobre diferentes valores de `j`, etc. para cada `i`.



```

In[85]:= soma = 0;
         Do[soma += i, {5}]
         soma

Out[87]= 5

In[88]:= soma = 0;
         Do[soma += i, {i, 5}]
         soma

Out[90]= 15

In[93]:= soma = 0;
         Do[Print[soma += i], {i, 3, 5}]

3
7
12

In[95]:= Do[Print[{i, j}], {i, 2, 3}, {j, 1, i}]

{2, 1}
{2, 2}
{3, 1}
{3, 2}
{3, 3}
    
```

Operadores Lógicos e Relacionais

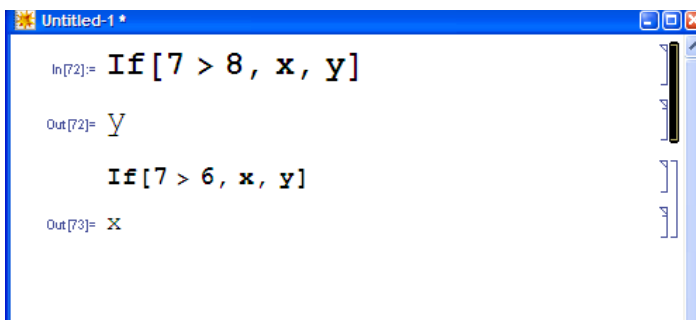
$x == y$	equal (also input as $x = y$)
$x != y$	unequal (also input as $x \neq y$)
$x > y$	greater than
$x >= y$	greater than or equal to (also input as $x \geq y$)
$x < y$	less than
$x <= y$	less than or equal to (also input as $x \leq y$)
<hr/>	
$x == y == z$	all equal
$x != y != z$	all unequal (distinct)
$x > y > z$, etc.	strictly decreasing, etc.

$!p$	not (also input as $\neg p$)
$p \&\& q \&\& \dots$	and (also input as $p \wedge q \wedge \dots$)
$p q \dots$	or (also input as $p \vee q \vee \dots$)
$Xor[p, q, \dots]$	exclusive or (also input as $p \vee q \vee \dots$)
$Nand[p, q, \dots]$ and $Nor[p, q, \dots]$	nand and nor (also input as \neg and ∇)
<hr/>	
$If[p, then, else]$	give <i>then</i> if p is True, and <i>else</i> if p is False
$LogicalExpand[expr]$	expand out logical expressions

If

F $If[condition, t, f]$ assume t se a condição for verdadeira e f se for falso.

$If[condition, t, f, u]$ gives u if $condition$ evaluates to neither True nor False.



```

In[72]:= If[7 > 8, x, y]
Out[72]= y

In[73]:= If[7 > 6, x, y]
Out[73]= x
  
```

While

F `While[teste , operações]` se *teste for verdadeiro*, então *faz as operações desejadas*, até que o teste falhe, isto é, deixe de ser verdadeiro.

```

Untitled-1 *
In[75]:= a = 10; While[(a = a - 1) > 5, Print[a]]
9
8
7
6
  
```

Zero de Funções

Método de Newton

Fim do Minicurso