

# SIMULAÇÕES DE ONDULATÓRIA COM USO DO MAXIMA <sup>1</sup>

ELIELZER NUAYED<sup>2</sup>

16 de setembro de 2022

<sup>1</sup>This is a footnote.

<sup>2</sup><https://github.com/elielzer>



Dedicated to Calvin and Hobbes.

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>3</b>
1.1	Sobre o Maxima . . . . .	3
1.2	Como Instalar o wxMaxima® . . . . .	4
1.3	Conhecendo a <i>Interface</i> Gráfica do wxMaxima . . . . .	8
1.4	Um Pouco Sobre Ondas . . . . .	11
<b>2</b>	<b>TRABALHANDO COM O wxMAXIMA</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>ESTUDO DAS FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS</b>	<b>21</b>
3.1	As Funções Trigonômétricas no Maxima . . . . .	21
3.2	Manipulando Expressões Trigonômétricas . . . . .	23
3.2.1	Soma de Arcos . . . . .	23
3.2.2	Arco Metade . . . . .	24
3.2.3	Arco Duplo . . . . .	24
3.3	Construção de Gráficos . . . . .	24
<b>4</b>	<b>DESCRIÇÕES DE MOVIMENTOS ONDULATÓRIOS</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>DICAS SOBRE O MAXIMA</b>	<b>27</b>
5.1	Dicas de Maxima . . . . .	28

# Lista de Figuras

1.1	Entrando com a URL, para buscar a página do Maxima no <i>Google</i> . . . . .	4
1.2	Página encontrada do Maxima no navegador da Internet. . . . .	5
1.3	Janela que apresenta o início do processo de instalação. . . . .	5
1.4	Janela que apresenta os termos de uso. . . . .	6
1.5	Janela que apresenta o diretório local para instalação de arquivos. . . . .	6
1.6	Janela de configuração de atalhos. . . . .	6
1.7	Janela de configuração do escopo de funções do programa. . . . .	7
1.8	Janela de status do processo de instalação. . . . .	7
1.9	Janela de confirmação da instalação. . . . .	7
1.10	Aspecto do comando de menu na janela inicial do Windows. . . . .	8

1.12	Pré-seleção de tipo de entrada a ser inserida no prompt. . . . .	8
1.11	Aspecto da janela do aplicativo Maxima. . . . .	9
1.13	Pré-seleção para inserir texto no prompt. . . . .	9
1.14	Pré-seleção para inserir expressão algébrica no prompt. . . . .	10
1.15	Representação da evolução do conhecimento sobre ondas. . . . .	12
2.1	Efeito obtido após aplicar 'Showtime: true' . . . . .	13
2.2	Uso do variável "Display2D" com "flag" <i>false</i> . . . . .	14
2.3	Entrando uma expressão algébrica. . . . .	14
2.4	Saída apresentada após processamento da expressão algébrica entrada. . . . .	15
2.5	Nomeando expressões. . . . .	15
2.6	Usando expressões. . . . .	16
2.7	Obtendo o valor de um elemento de uma lista. . . . .	16
2.8	Posição sugerida para escrever um título . . . . .	17
2.9	Resultado da inserção de título . . . . .	18
2.10	Resultado da inserção de texto comum . . . . .	19
3.1	Resultado do exemplo na janela do wxMaxima. . . . .	23

# Lista de Tabelas

1.1	Sample table . . . . .	4
-----	------------------------	---



Este livro foi concebido a partir de um *insight* pessoal após eu ler um anúncio sobre uso do *Maxima* no ensino da Física. Então veio-me a ideia de escrever algo nesse sentido. Escolhi sobre ondulatória. O Maxima é introduzido no contexto como ambiente de apoio no momento que seja necessário simular as proposições. Dentre as proposições abordaremos situações clássicas, pois o objetivo é justamente apresentar o cartel de ferramentas desse software adequadas para transcrever a linguagem da física para representar as situações problema.





*“This is a quote and I don’t know who said this.”*

– Author’s name, *Source of this quote*

## 1.1 Sobre o Maxima

De acordo com descrição no site fabricante, o Maxima é um programa de computador do tipo multiplataforma, ou seja, ele está preparado para trabalhar (compilar) sob diversos sistemas operacionais ou plataformas computacionais. Ainda de acordo com esse site o Maxima é uma versão evoluída de software especialista Macsyma. Os sistemas especialistas foram criados com a finalidade de reproduzir o raciocínio ou expertise de um profissional de alguma área de conhecimento específica.

Assm,o Maxima é um sistema especialista para a manipulação de expressões matemáticas, tanto na forma simbólica como na forma numérica, incluindo:

- diferenciação,
- integração,
- séries de Taylor,
- transformadas de Laplace,
- equações diferenciais ordinárias,
- sistemas de equações lineares,
- polinômios,
- conjuntos,
- listas,
- vetores,

- matrizes e
- tensores.

O que caracteriza a matemática simbólica é de não estar atrelada a um determinado idioma, por exemplo a expressão algébrica:  $x + 2 = 7$ , tem o mesmo significado em qualquer idioma. Portanto o Maxima é um sistema algébrico computacional para auxílio no cálculo e manipulação da matemática simbólica visado simplificar o esforço de trabalho do estudante ou profissional (professor ou pesquisador).

O Maxima produz também resultados numéricos de alta precisão usando frações exatas, inteiros de precisão arbitrária e números de ponto flutuante de precisão variável. O Maxima pode plotar funções e dados em duas e três dimensões. Utilizaremos em nossos desenvolvimentos a plataforma gráfica do wxMaxima®.

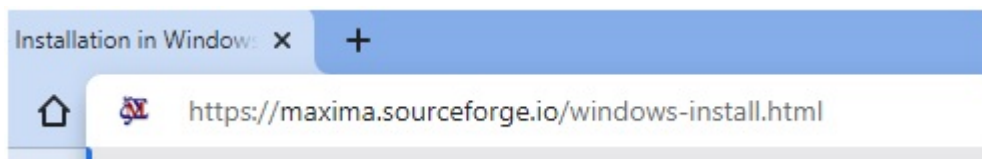
Tabela 1.1: Sample table

S. No.	Column#1	Column#2	Column#3
1	50	837	970
2	47	877	230
3	31	25	415
4	35	144	2356
5	45	300	556

## 1.2 Como Instalar o wxMaxima®

Instalar um software é uma tarefa que a maioria de usuários de PC já fizeram alguma vez, e instalar o Maxima é uma tarefa que não haverá muita dificuldade. O primeiro passo é obter o arquivo instalador. Uma opção é fazer o processo de *download* do endereço da internet ou URL (sugestão do autor): [maxima.sourceforge.io/windows-install.html](https://maxima.sourceforge.io/windows-install.html) (1.1). A página na figura 1.2 contém um passo a passo,

Figura 1.1: Entrando com a URL, para buscar a página do Maxima no *Google*.



que é recomendável que seja lido. Entretanto, por ora seguiremos mais focados no processo operacional de instalação em si. Assim, localize o link, nessa página com o texto: 5.46.0-Windows, como mostrado nessa imagem.

Figura 1.2: Página encontrada do Maxima no navegador da Internet.



Como forma de gerenciar o processo de instalação são apresentadas a seguir as janelas que interagem nas diversas etapas dessa instalação.

Figura 1.3: Janela que apresenta o início do processo de instalação.



Figura 1.4: Janela que apresenta os termos de uso.



Figura 1.5: Janela que apresenta o diretório local para instalação de arquivos.

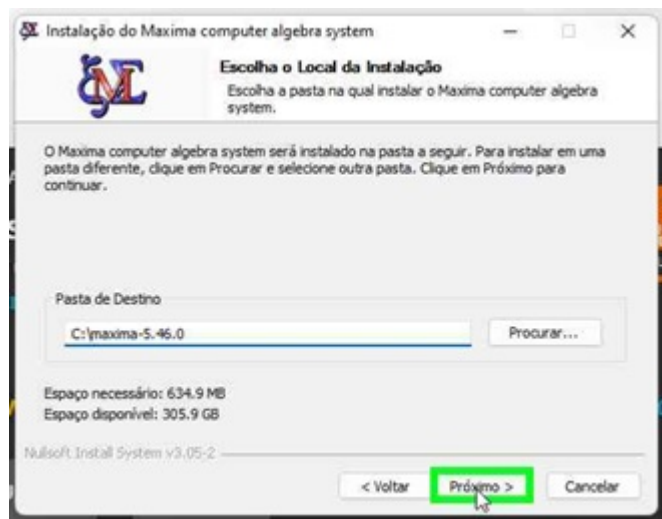


Figura 1.6: Janela de configuração de atalhos.

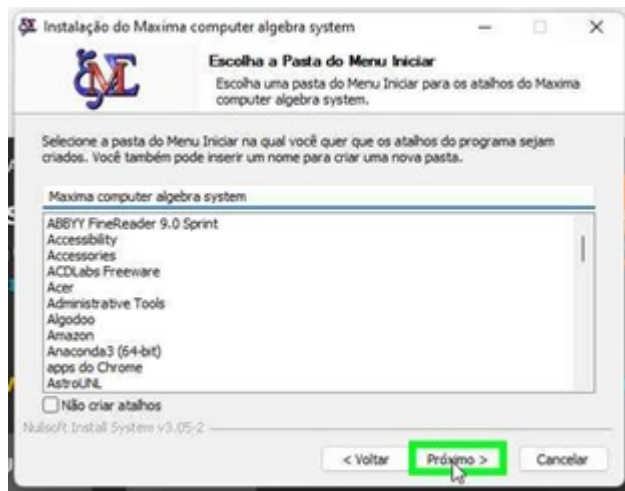


Figura 1.7: Janela de configuração do escopo de funções do programa.

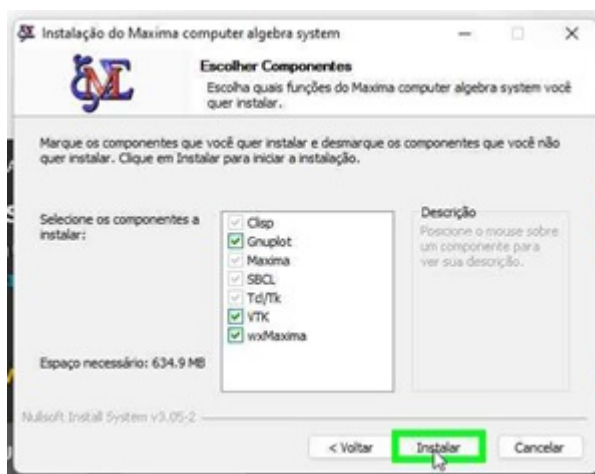


Figura 1.8: Janela de status do processo de instalação.

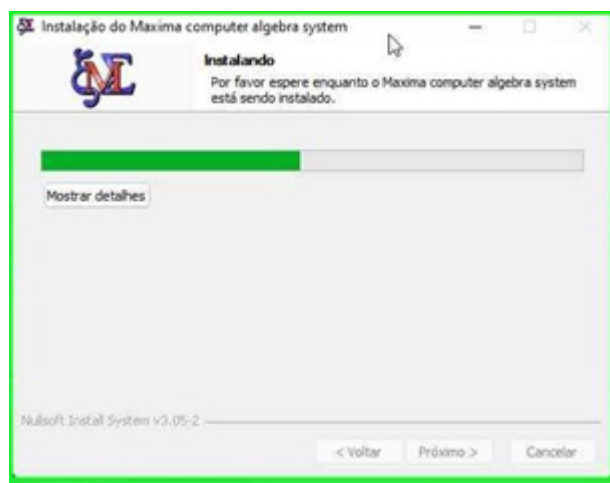
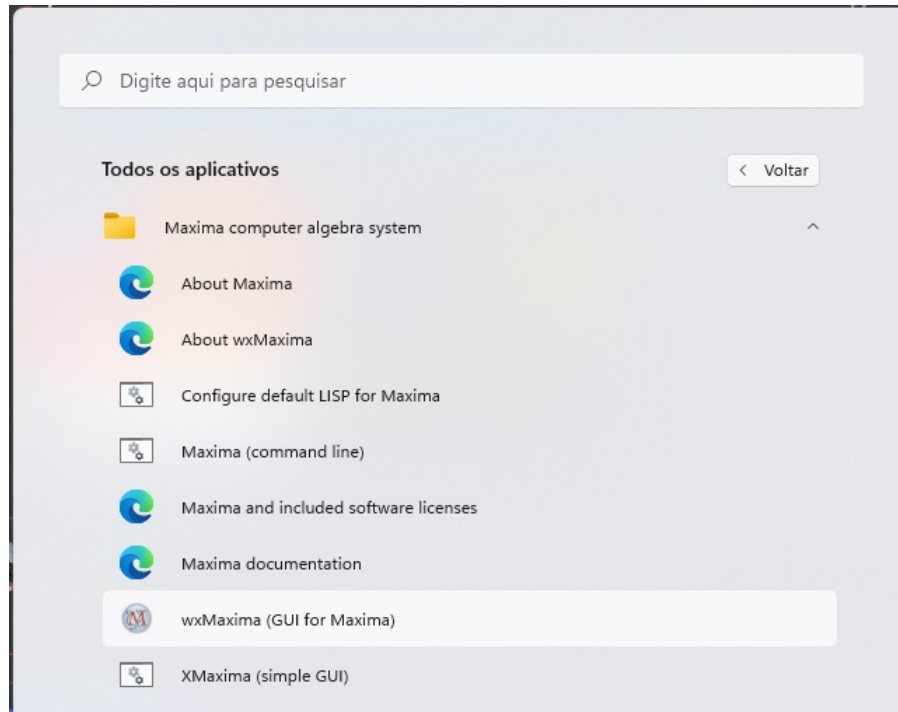


Figura 1.9: Janela de confirmação da instalação.



Figura 1.10: Aspecto do comando de menu na janela inicial do Windows.



### 1.3 Conhecendo a *Interface* Gráfica do wxMaxima

A janela do aplicativo Maxima é idêntica a um editor de texto, e permite criar um arquivo, abrir um existente e salvar suas alterações, tudo a partir de um menu suspenso de comandos. Ao abrir a janela do aplicativo, esta já fornece de imediato, um prompt para a entrada de comandos de programação, ou textos descritivos, figura 1.11. A janela do aplicativo Maxima é idêntica a um editor de texto, porém sua funcionalidade lógica é idêntica á de uma planilha de cálculo, ou seja as janela possui uma estrutura baseada em células de cálculo.

A figura 1.12 mostra o recurso para escolher a opção de tipo de entrada no prompt, que podem ser

- tipo Texto
- tipo Math
- tipo Título
- tipo Seção
- tipo Subseção
- tipo Subsubseção
- head 5
- head 6

Figura 1.12: Pré-seleção de tipo de entrada a ser inserida no prompt.

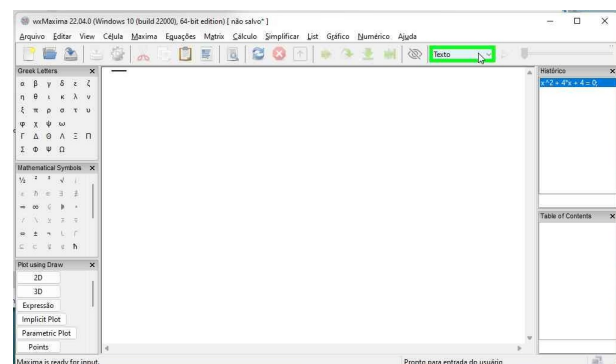
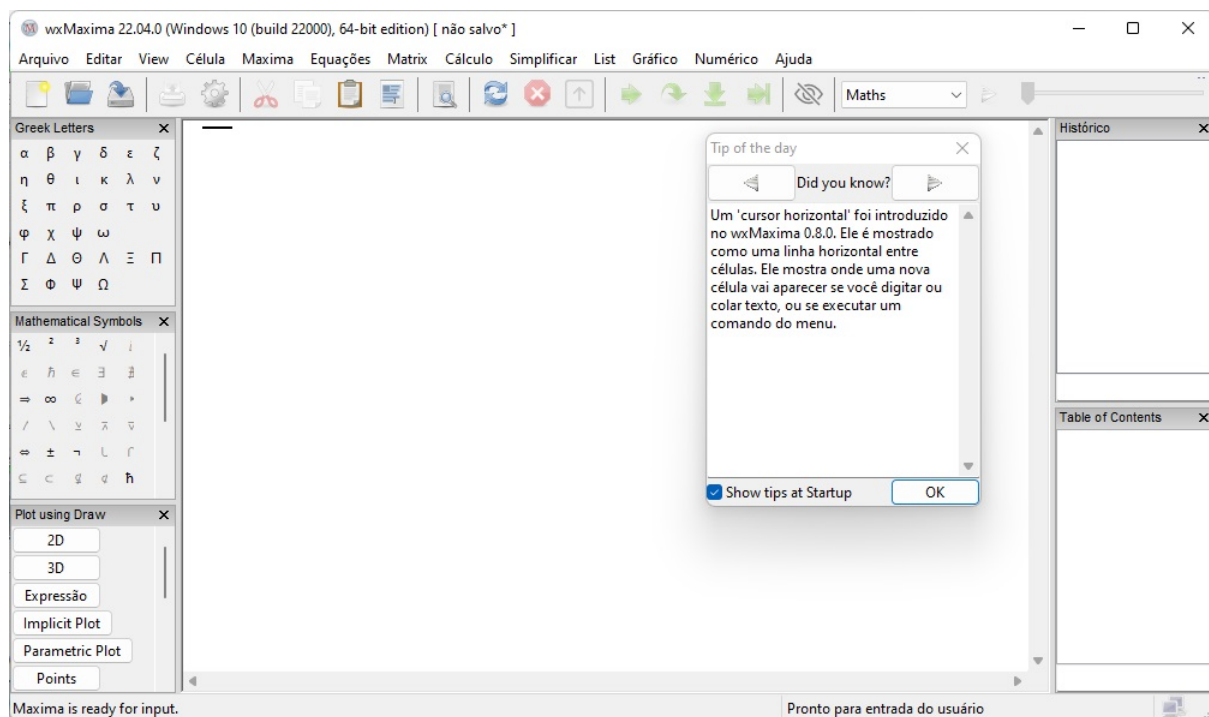


Figura 1.11: Aspecto da janela do aplicativo Maxima.



A figura 1.13 mostra como escolher as opções de tipo de entrada no prompt para o caso de texto. Já a figura 1.14 mostra como escolher as opções de tipo de entrada no prompt para o caso de expressão algébrica.

Figura 1.13: Pré-seleção para inserir texto no prompt.

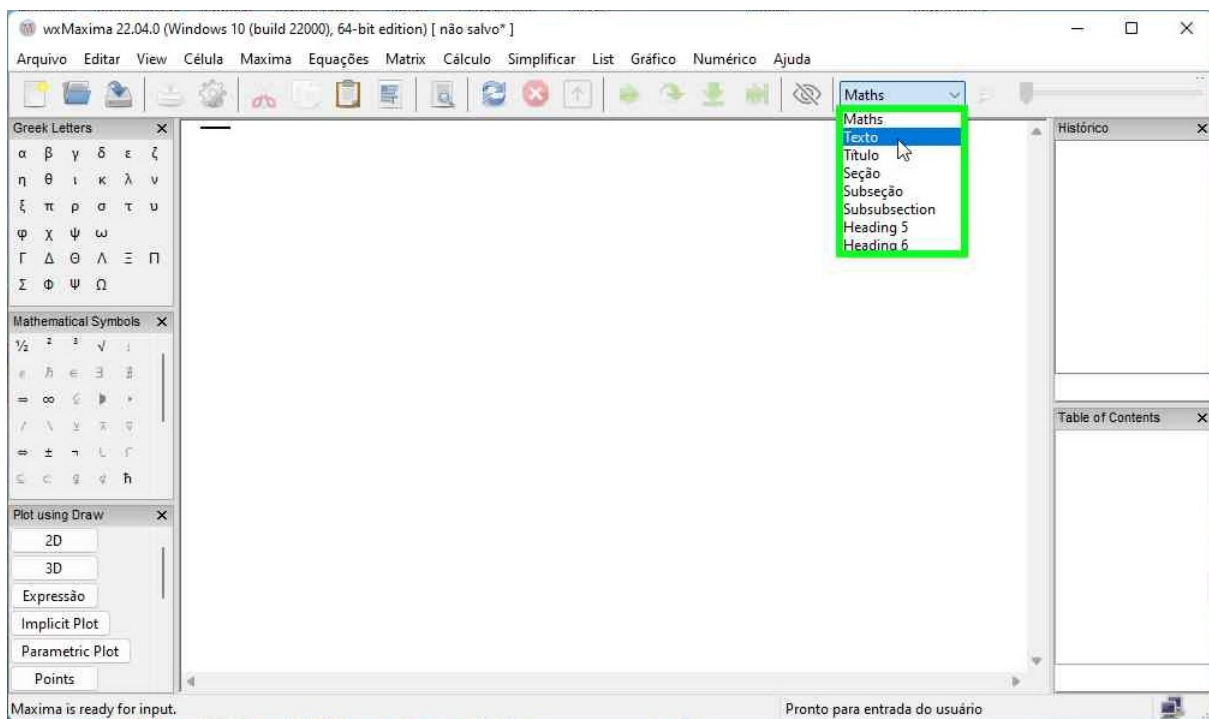
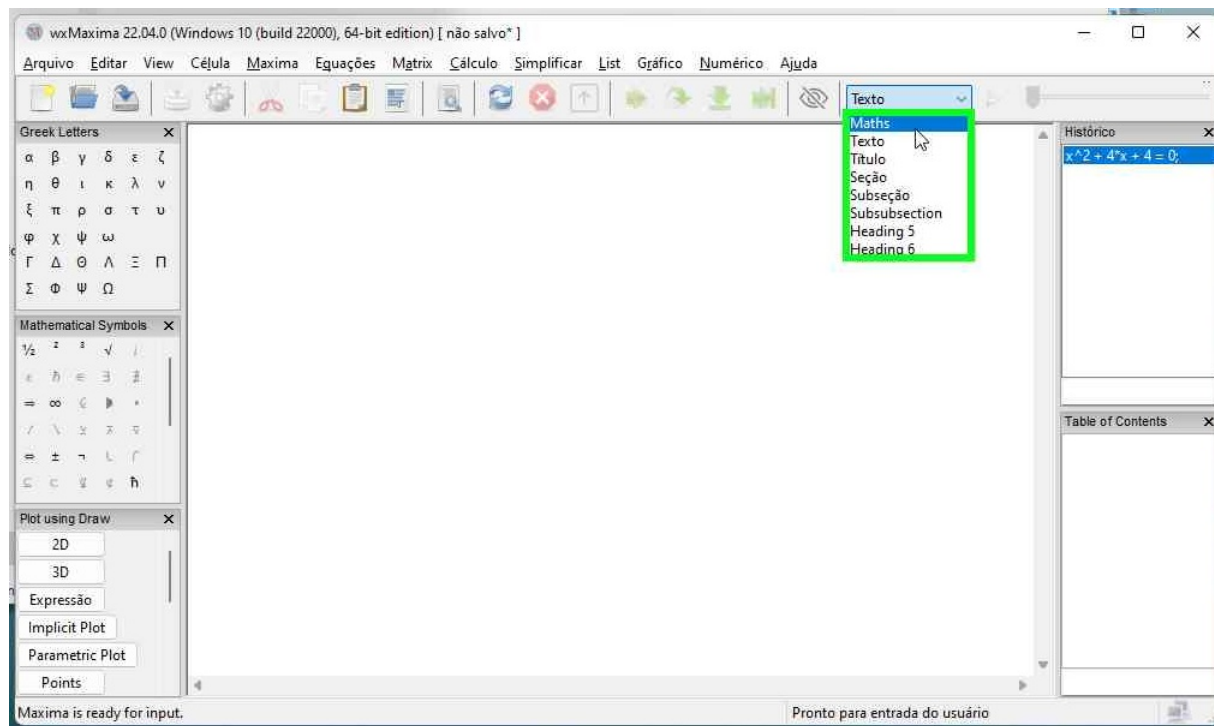




Figura 1.14: Pré-seleção para inserir expressão algébrica no prompt.





Até agora nos ativemos a apresentar generalidades que subsidiarão o leitor durante sua jornada no aprendizado ou mesmo na utilização das técnicas de simulação aqui apresentadas no Maxima. Assunto que será objeto dos próximos capítulos.

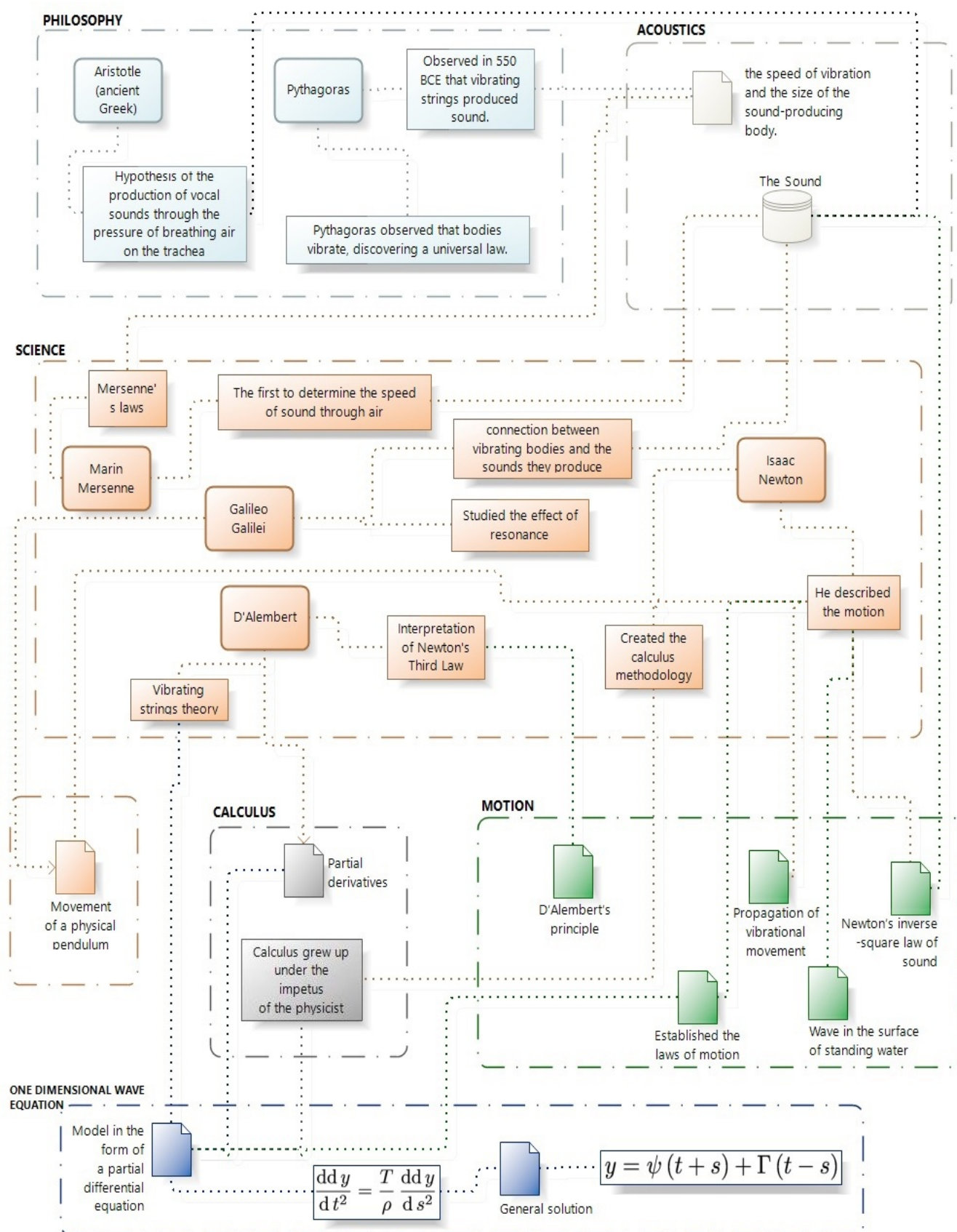
## 1.4 Um Pouco Sobre Ondas

Há várias situações no dia a dia nas quais as coisas acontecem repentinamente, ou inesperadamente, vindo, depois a cessar seus efeitos, ou, em outros casos, repercutem mais além. É comum nos referirmos a isso com a expressão: "isso é apenas uma onda, logo passará". Isso, claro, devido a que tais situações são transitórias, exemplos: pandemias, endemias, o preço de commodities, tsunamis, terremotos, até notícias ou eventos cotidianos. Algumas vezes tais situações apresentam comportamento oscilante, como na superfície de um líquido em uma piscina, ou mesmo em fontes naturais de água, como em rios, mares e oceanos durante a passagem de uma embarcação.

É importante notar que existem características diferentes em tais situações. Alguns simplesmente oscilam ou vibram e em outros casos, além de oscilar ou vibrar, essa condição é posteriormente transmitida para outros locais do ambiente onde tais situações ocorrem. Neste segundo caso, diz-se que há uma propagação do fenômeno. De tal forma que, oscilação, onda, propagação são termos correlacionados.

Etimologicamente, a palavra onda teria a ver com o significado de algo que flutua na água. As descobertas e desenvolvimentos neste tema em seus primórdios derivaram do estudo dos sons musicais. Diz-se que o estudo moderno de ondas e acústica se originou com *Galileu Galilei*. A figura 1.15 apresenta a evolução, numa perspectiva histórica, do conhecimento científico desta temática, através da contribuição de vários investigadores.

Figura 1.15: Representação da evolução do conhecimento sobre ondas.



---

## TRABALHANDO COM O wxMAXIMA

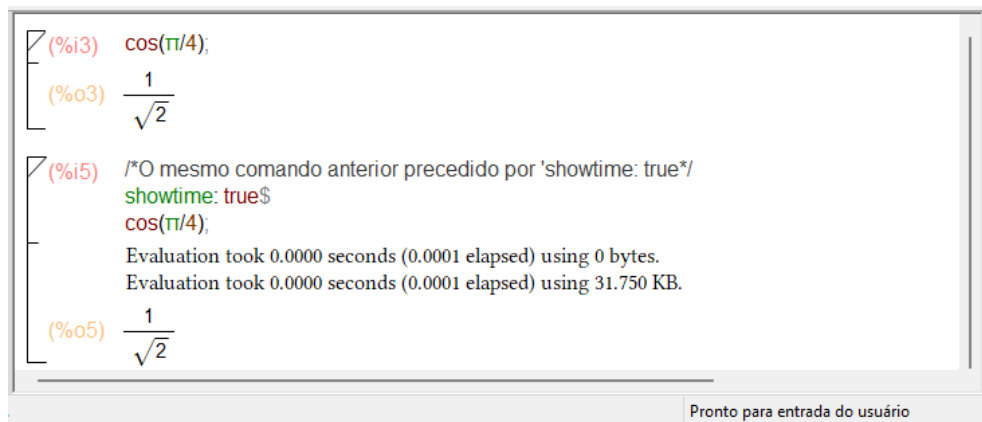
---

A base de conhecimento do Maxima, de acordo com sua documentação, é organizada por meio de um conjunto de categorias, por exemplo: Expressões, Operadores, Avaliação de Expressões, Simplificação, Plotagem, etc.

Alguns elementos da estrutura do Maxima são estratégicos, como os *flags*. Os *flags* são os valores que determinadas variáveis internas do Maxima assumem de forma padrão ou conforme a definição do usuário. Exemplos:

- **showtime** Tem valor *false* como padrão. Quando definida para o valor *true*, o tempo de processamento é impresso conjuntamente com cada saída de resultado.

Figura 2.1: Efeito obtido após aplicar 'Showtime: true'



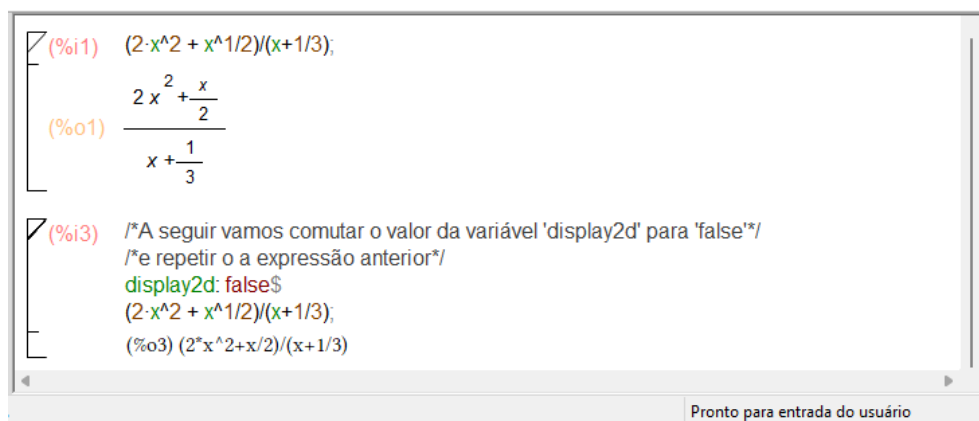
```
(%i3) cos(pi/4);
(%o3) 1/√2

(%i5) /*O mesmo comando anterior precedido por 'showtime: true*/
showtime: true$
cos(pi/4);
Evaluation took 0.0000 seconds (0.0001 elapsed) using 0 bytes.
Evaluation took 0.0000 seconds (0.0001 elapsed) using 31.750 KB.
(%o5) 1/√2
```

Pronto para entrada do usuário

- **display2d** Tem valor *true* como padrão. Quando definido como *true* isso faz com que o Maxima apresente as expressões matemáticas na sua forma como as vemos nos livros.

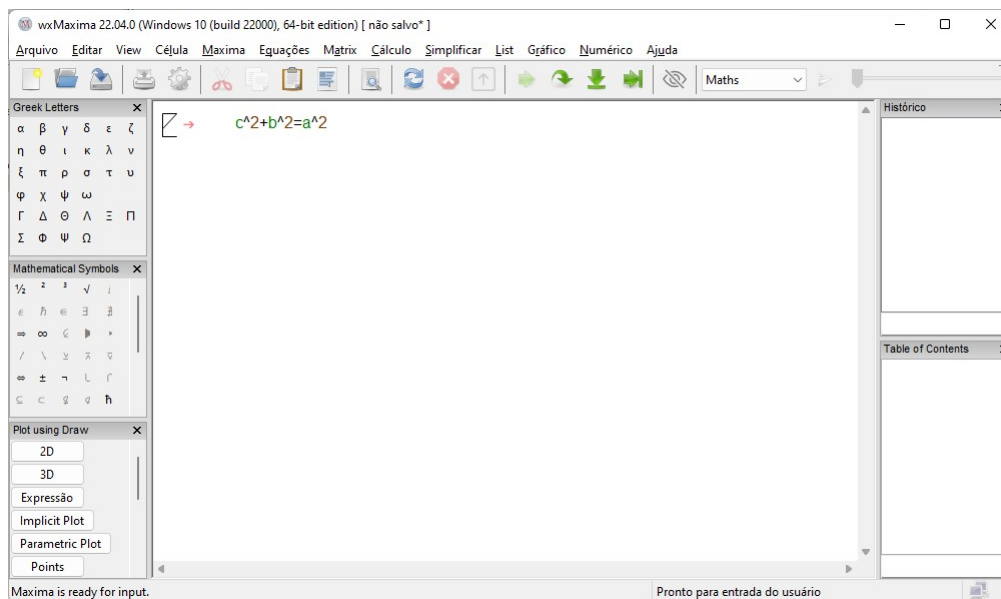
Figura 2.2



- powerdisp description

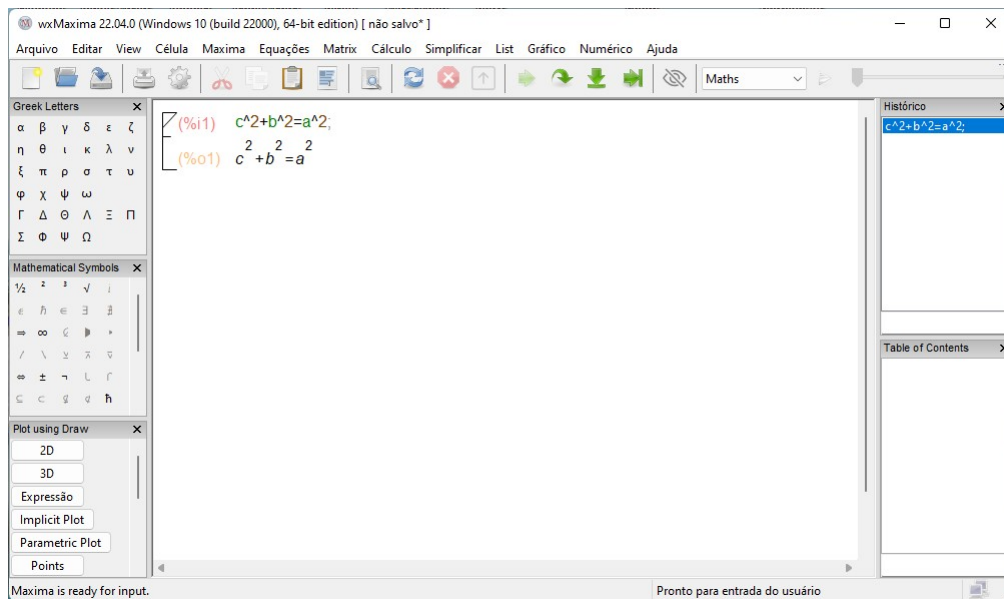
Vamos tomar como primeiro exemplo a fórmula do teorema de Pitágoras. Vamos escrever no *prompt* do wxMaxima a seguinte expressão:  $c^2 + b^2 = a^2$

Figura 2.3: Entrando uma expressão algébrica.



Essa expressão é o input do processo. O Maxima processará essa entrada após acionada a combinação de tecla **Shift+Enter** do que, em seguida, apresentará uma saída na área do *prompt*, figura 2.4.

Figura 2.4: Saída apresentada após o processamento da expressão algébrica entrada.



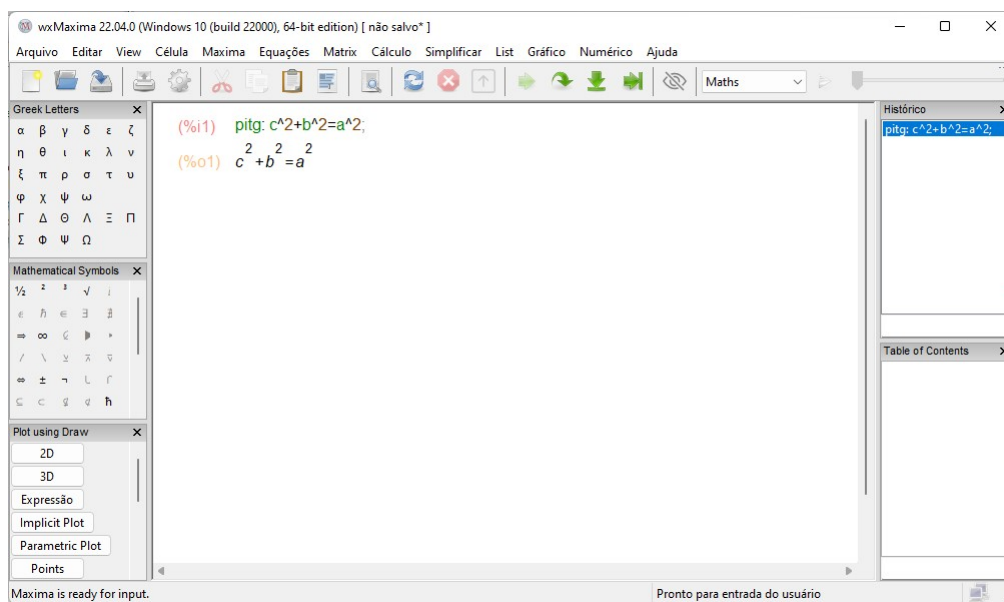
Observe que a resposta disponibilizada recebe identificadores, tais que:

(% i1) , indica que a expressão na linha é o *input*, e

(% o1) , indica que a expressão na linha é a saída (*output*).

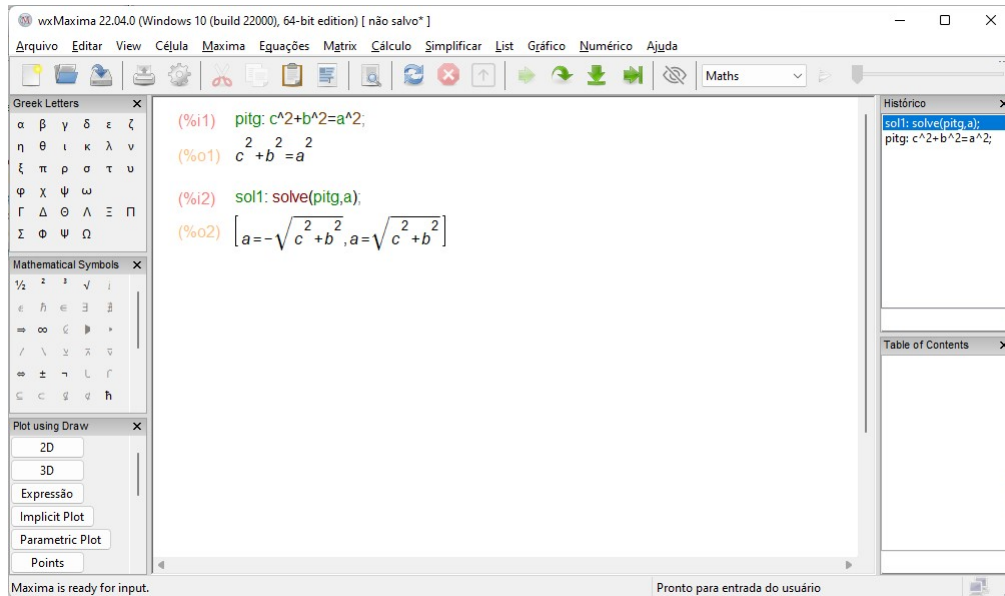
No Maxima é possível *nomear uma expressão* de forma que possa ser reutilizada. Por exemplo, escrevendo no prompt a seguinte expressão: `pitg:c^2+b^2=a^2`. Observe o resultado disso na figura 2.5.

Figura 2.5: Nomeando expressões.



Essa ação de nomear as expressões algébricas é importante pois facilita a reutilização recorrente da fórmula. Por exemplo, com a seguinte expressão nomeada `sol1:solve(pitg,a)`. O termo *solve* corresponde a uma fórmula (função) interna do Maxima. Os resultados aparecem na figura 2.6.

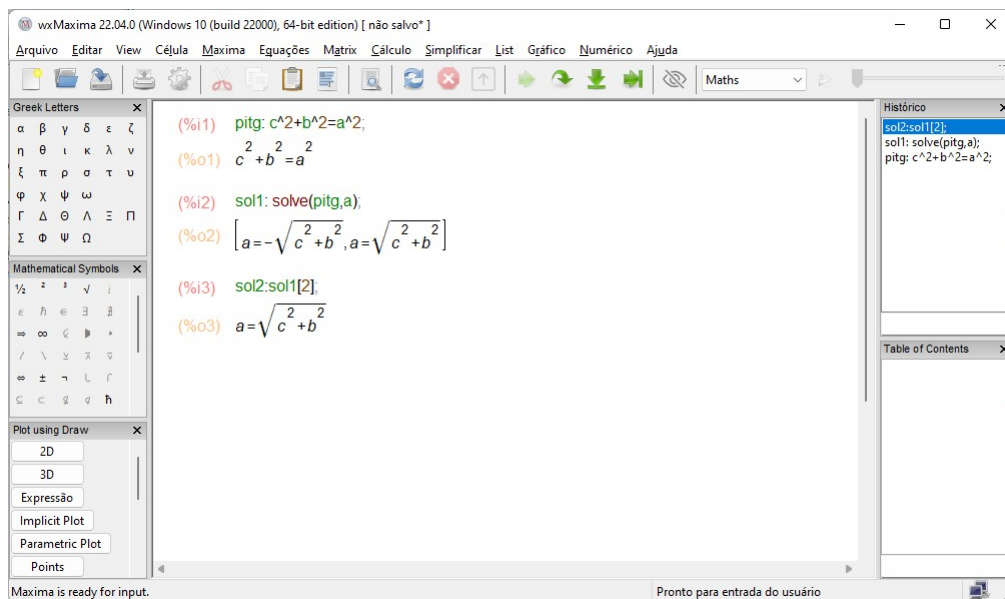
Figura 2.6: Usando expressões.



Ao aplicar um termo *solve*, o Maxima soluciona a expressão, no caso, *pitg* para a literal *a* tratando-a como a variável incógnita. Observe que o Maxima retorna dois valores como saída, que era o que seria obtido, caso fossemos desenvolver a solução manualmente, e tais valores são apresentados no formato de uma lista ou vetor linha de dois elementos.

Uma funcionalidade do Maxima é a possibilidade de recuperar um elemento de um vetor ou lista. Por exemplo, vamos recuperar uma das soluções obtidas do passo anterior. Vamos usar a seguinte sintaxe como *input*: `sol2:sol1[2];`. O resultado é mostrado na figura 2.7

Figura 2.7: Obtendo o valor de um elemento de uma lista.



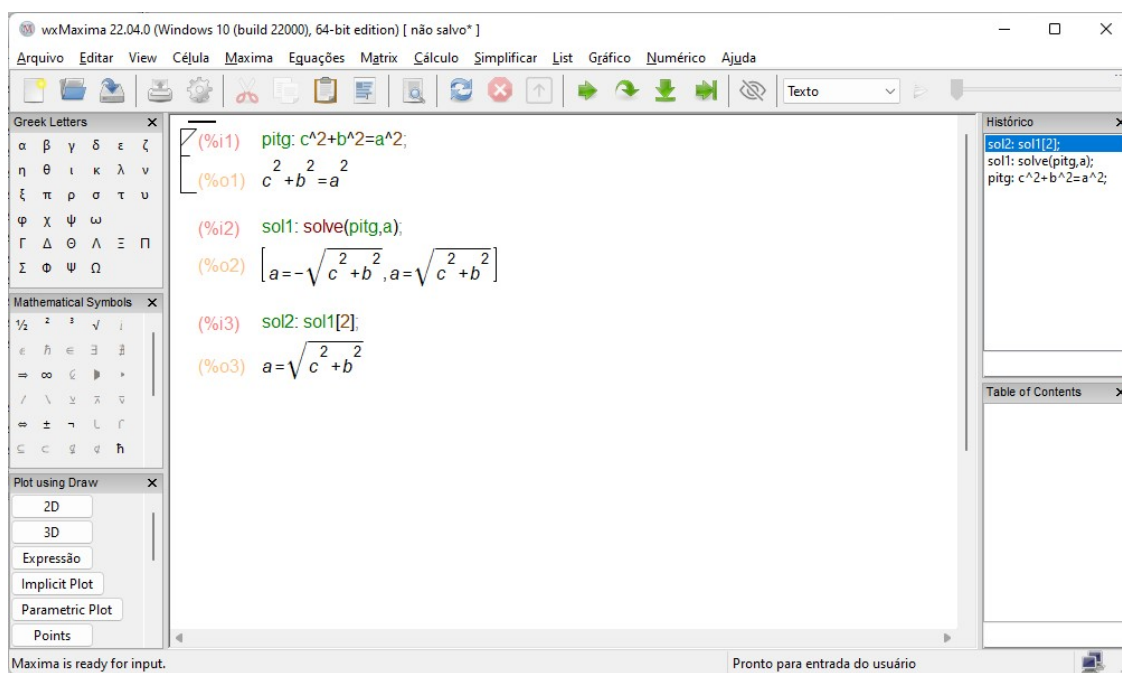
Observe que o Maxima atribuiu à expressão `sol2` o valor do segundo elemento do vetor `sol1`, ou seja, o valor do elemento de índice `[2]`

O Maxima também suporta um ambiente de texto, misturado entre os comandos algébricos, recurso muito útil no caso de o usuário precisar de documentar seu trabalho com texto explicativo e formatado. Por exemplo vamos colocar um título introdutório em nossa tela e uma texto explicativo intermediário. O título será um texto a ser inserido antes da primeira célula. Uma célula é o espaço delimitado pelo seletor lateral (parentese "exótico" que aparece à esquerda das expressões) idêntico ao desenho abaixo



O cursor horizontal deve ser transportado com auxílio das teclas de navegação do teclado, ou diretamente com o uso de dispositivo apontador ("mouse"), ver figura 2.8.

Figura 2.8: Posição sugerida para escrever um título



Em seguida digita-se o texto pretendido para título:



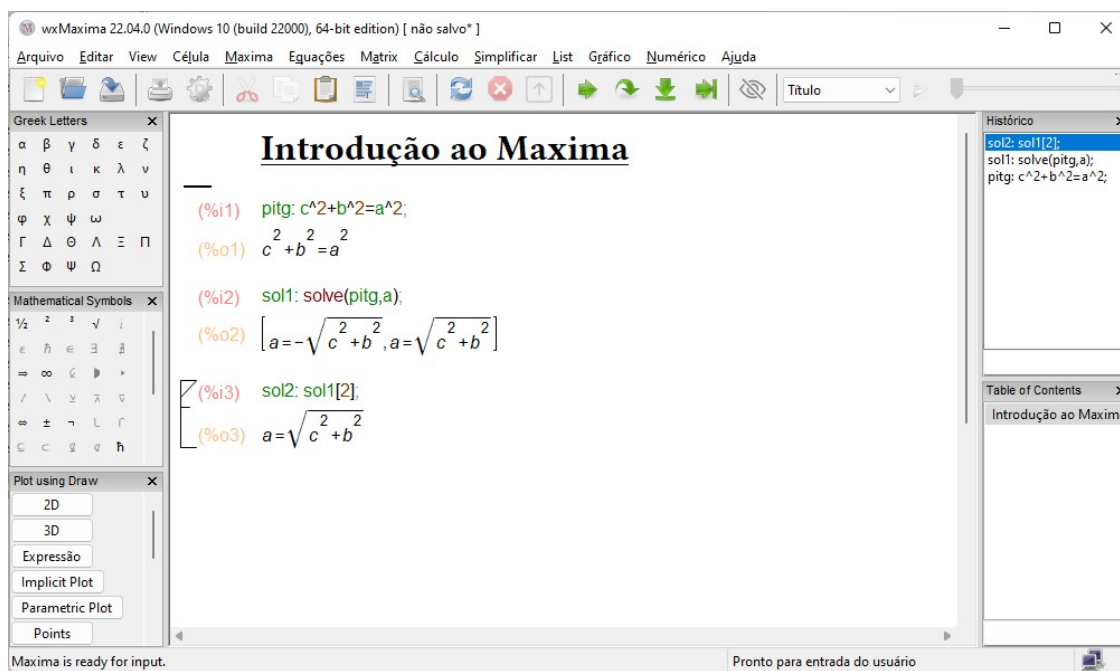
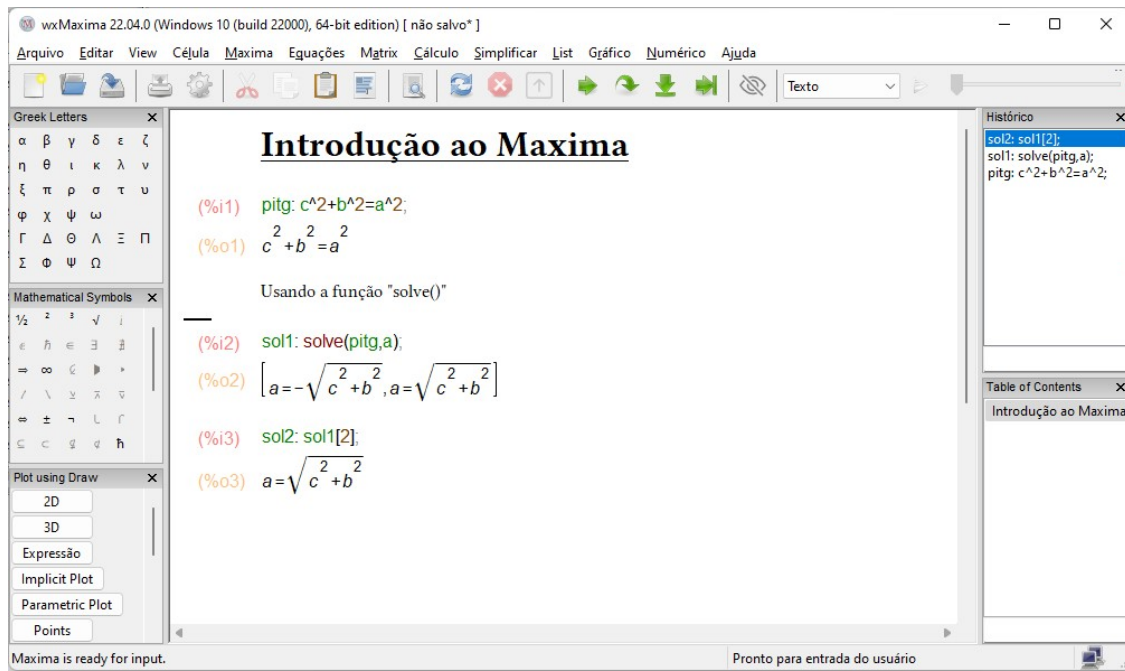


Figura 2.9: Resultado da inserção de título



E, digita-se um texto explicativo pretendido:

Figura 2.10: Resultado da inserção de texto comum



Por hora esses são os conhecimentos sobre o Maxima, indispensáveis para imergir sobre o universo de possibilidades. São conhecimentos básicos e no decorrer dos outros capítulos estaremos apresentando outros recursos básicos ou mais complexos, conforme a exigência do contexto.

---

## ESTUDO DAS FUNÇÕES TRIGONOMÉTRICAS

---

As funções trigonométricas tiveram suas origens no estudo das medidas astronômicas, e elas são de suma importância para as ciências em geral, dado que as suas características permitem de serem utilizadas para representar o comportamento de diversos sistemas reais.

Elas são desenvolvidas por meio do estudo da circunferência de raio unitário com relação às dimensões de determinado sistema de cordas. A palavra *seno* etimologicamente significa meia corda.

As funções trigonométricas também tem relações com a geometria por meio das relações trigonométricas no triângulo retângulo.

### 3.1 As Funções Trigonométricas no Maxima

No Maxima você irá se referir às funções trigonométricas usando as seguintes sintaxes.

- Para seno:  $f(x) := \sin(x)$ ;
- Para cosseno:  $f(x) := \cos(x)$ ;
- Para tangente:  $f(x) := \tan(x)$ ,

onde  $x$ , ou seja, o argumento de função, deve ser entendido como medida de arco expressa em radianos. O Maxima usa "==" para definir funções.

Vamos a uma ilustração. Vamos construir uma tabela dessas funções, para alguns poucos valores de arco.

## EXEMPLO 3.1.1: CONSTRUINDO UMA TABELA

```

/*Definição das funções trigonométricas no ambiente. */
f(x):=sin(x)$; g(x):=cos(x)$

/*Configuração do ambiente para calculos simbólicos (não numérico). */

/*inicializa incremento para cálculo do domínio de valores para "x". */
arc: $\pi/12$  $

/*-gera lista com os elementos para o cabeçalho de colunas. */
cabeçalhoDaTabela: ["Arco(rad)", arc, 2*arc, 3*arc, 4*arc ]$

/*a partir daqui o cálculo será numérico. */
numer: true$
arc: $\pi/12$  $

/*construindo lista de valores de seno. */
linha1:makelist(f(x),x, [arc,2*arc,3*arc,4*arc])$

/*a lista é reconstruída para incluir nela um cabeçalho de linha. */
linha1:["Seno", linha1[1], linha1[2], linha1[3], linha1[4]]$

/*construindo lista de valores de cosseno. */
linha2:makelist(g(x),x, [arc,2*arc,3*arc,4*arc])$

/*a lista é reconstruída para incluir nela um cabeçalho de linha. */
linha2:["Cosseno",linha2[1], linha2[2], linha2[3], linha2[4]]$

/*— Saída dos Resultados —————*/

/*definindo a precisão numérica. */
fpprintprec : 3$

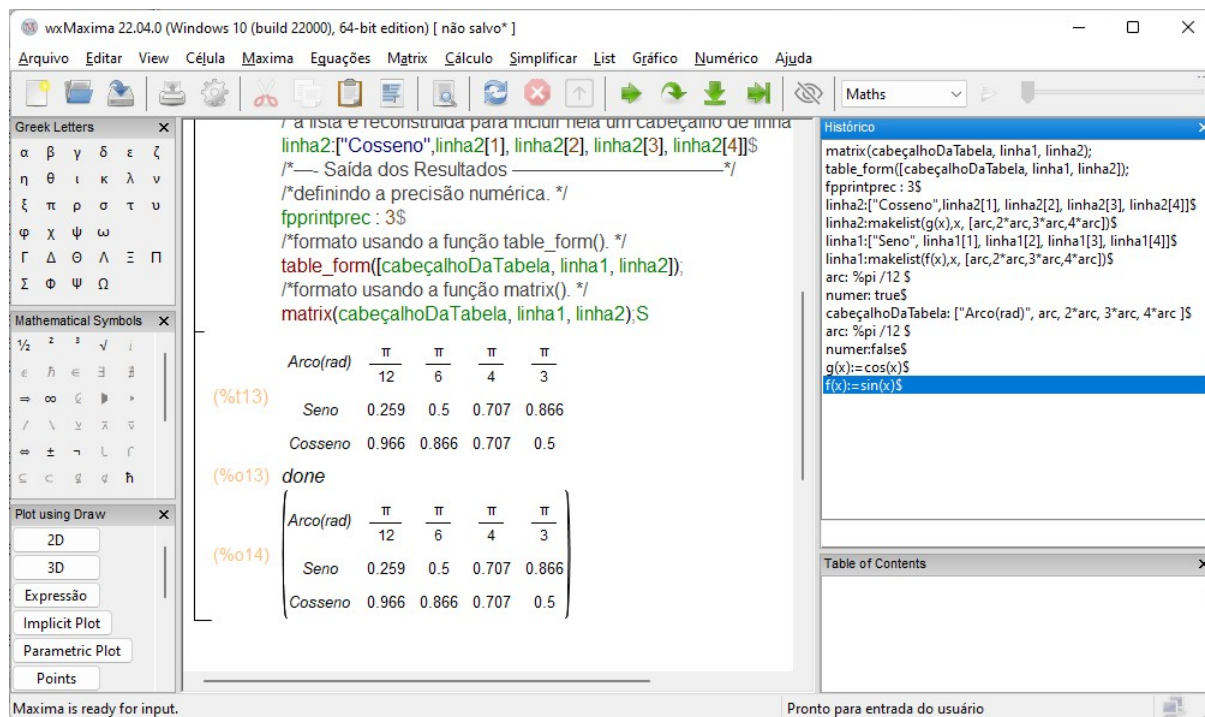
/*formato usando a função table_form(). */
table_form([cabeçalhoDaTabela, linha1, linha2]);

/*formato usando a função matrix(). */
matrix(cabeçalhoDaTabela, linha1, linha2);

```

Copie na memória do seu computador as linhas de comando desse exemplo 3.1.1 e cole-as na janela do wxMaxima, avalie com o comando de teclado **Shift+Enter** e veja o resultado, deverá ser idêntico ao da figura 3.1. O conteúdo limitado entre `'/* */'` é interpretado apenas como texto de comentários.

Figura 3.1: Resultado do exemplo na janela do wxMaxima.



Exercício 3.1.1: No enejo do exemplo 3.1.1, acrescente ou modifique comandos de forma que apareçam,

1. uma linha correspondente aos valores de tangente e,
2. uma coluna correspondente ao arco igual a  $\frac{5\pi}{12}$ .

## 3.2 Manipulando Expressões Trigonométricas

Esta seção será dedicada a mostrar como trabalhar expressões trigonométricas no Maxima. O Maxima é constituído de pacotes de comandos (*packages*). Há dois tipos de comandos específicos: as *tags* (ou variáveis de controle) e as funções. Algumas funções possuem o mesmo nome das tags. Geralmente as tags servem para comutar dois estados, o "true" ou "false", um desses será o valor padrão (*default*).

### 3.2.1 Soma de Arcos

Usa-se a função: `trigexpand`.

```
(% i2) trigexpand(sin(a+b));
(% o2) cos(a) sin(b) + sin(a) cos(b)
```

### 3.2.2 Arco Metade

Usa-se a função seno com o argumento arco metade, porém é preciso obedecer certas regras, como mostrado seguir.

```
(% i4) /*'halfangles', se 'true' o Maxima manipulará*/
/*o arco metade como expressão algébrica, senão o fará como texto.*/
halfangles: true$

/* %pi é o nome da contante matemática no ambiente do Maxima.*/
/*Se '%piargs' for definido para 'true' , então será manipulado como valor*/
%piargs: true$

/*'assume' é uma função interna cuja finalidade é de*/
/*estabelecer um domínio de valores para um contexto*/
assume(a>0, a<2*%pi)$

/*Seno do arco metade*/
sin(a/2);

(% o4) 
$$\frac{\sqrt{1 - \cos(a)}}{\sqrt{2}}$$

```

### 3.2.3 Arco Duplo

```
(% i13) /*Se "trigexpand" estiver comutado (definido) para "true" */
/*então, se "trigexpandtimes" estiver definido para "true" então */
/*o Maxima irá expandir a expressão do arco duplo.*/
trigexpand: true$
trigexpandtimes: true$

/*Seno do arco duplo.*/
sin(2*alpha);

(% o13) 2 cos(alpha) sin(alpha)
```

## 3.3 Construção de Gráficos

---

## DESCRIÇÕES DE MOVIMENTOS ONDULATÓRIOS

---

A concepção matemática mais simples de uma onda é o traçado no plano cartesiano das funções seno ou cosseno.





---

## DICAS SOBRE O MAXIMA

---

- Se seu cálculo está demorando de mais para executar, você pode tentar os menus 'Maxima->Interromper' ou 'Maxima->Reiniciar o Maxima'.
- Para fazer gráficos em coordenadas polares, selecione 'Polar' em Opções na janela de gráficos bidimensionais. Você também pode fazer gráficos em coordenadas esféricas e cilíndricas em 3D.
- As janelas do wxMaxima têm valores padrão para as entradas, um dos quais é '%'. Se você selecionou algo no documento, a seleção será usada no lugar de '%'.
- Ao aplicar funções com um argumento a partir dos menus, o argumento padrão é '%'. Para aplicar a função a um outro valor, selecione-o do documento antes de executar o comando do menu.
- Para salvar o tamanho e posição da janela do wxMaxima entre sessões, use a janela 'Maxima->Configurações'.
- Você pode acessar a última saída com a variável '%'. Você pode acessar a saída de comandos anteriores usando a variável '%on' onde n é o número da saída.
- Células de título, seção e subseção podem ser recolhidas para ocultar seu conteúdo. Para recolher ou expandir, clique no quadrado próximo à célula. Se você segurar Shift enquanto clica, todos os subníveis daquela célula também serão recolhidos/expandidos.
- Você pode esconder a saída das células clicando no triângulo no lado esquerdo das células. Isso funciona também em células de texto.
- Um 'cursor horizontal' foi introduzido no wxMaxima 0.8.0. Ele é mostrado como uma linha horizontal entre células. Ele mostra onde uma nova célula vai aparecer se você digitar ou colar texto, ou se executar um comando do menu.
- O cursor horizontal funciona como um cursor normal, mas ele opera em células: pressione as setas para cima ou para baixo para movê-lo; segure Shift enquanto move para selecionar células; pressione Backspace ou Delete duas vezes apaga a célula próxima ao cursor.

- Você pode selecionar várias células com o mouse - clique e arraste desde algum ponto entre células ou dos marcadores à esquerda - ou com o teclado - segure Shift enquanto move o cursor horizontal - e então operar na seleção. Isso é útil quando você quer apagar ou calcular múltiplas células.
- Você pode avaliar todo o documento usando o menu 'Célula->Avaliar todas as células' ou a tecla de atalho correspondente. As células serão avaliadas na ordem em que aparecem no documento.
- As janelas do wxMaxima têm valores padrão para as entradas, um dos quais é '%'. Se você selecionou algo no documento, a seleção será usada no lugar de '%'.
- Equations have several advantages over functions. For example they can be manipulated with `factor()`, `expand()` and similar functions. They can easily be introduced one into another. Also they are always printed out as 2D maths.
- In text cells bullet lists can be created by beginning a line with `"* "`. The number of spaces in front of the `"*"` determines the indentation level; Indentation can be continued in the next line by indenting the line using spaces.
- The key combination Shift+Space results in a non-breakable space.

## 5.1 Dicas de Maxima

Maxima's strengths are manipulating equations and in symbolic calculations. It therefore makes sense to use functions (as opposed to equations with labels) sparingly and to keep the actual values of variables in a list, instead of directly assigning them values. An example session that does so would be:

```
/* We keep the actual values in a list so we can use them later on */
Values: [a=10,c=100];
Pyth: a^2+b^2=c^2;
solve(%,b);
result: %[2];
at(result,Values);
float(%);
```

Maxima's "at" function allows to access to arbitrary variables in a list of results:

```
g1: a*x+y=0;
g2: b*y+x*x=1;
solve([g1,g2],[a,b]);
%[1];
result_b: b=at(b,%);
```

The "at" function allows to introduce one equation into another:

```
ohm: U=R*I;
r_parallel: R=R_1*R_2/(R_1+R_2);
result: at(ohm,r_parallel);
```

The `rhs()` ("right hand side") command allows to retrieve the result of an equation in exactly the format a function would have:

```
Values:[  
  /* m=1.2 tons */  
  m=1.2*10^3,  
  /* 100 km/h*/  
  v=100*10^3/(60*60)  
];  
Energy:W=1/2*m*v^2;  
at(Energy,Values);  
W_mech:rhs(%);
```