

Tema 1

El programa wxMaxima: descripción i funcionamiento básico

Objetivos

1. Acceder a información básica sobre el programa wxMaxima
2. Instalación e inicio del programa.
3. Conocer la pantalla de funcionamiento del programa y el menú principal.
4. Hacer una primera descripción de las opciones del menú principal.
5. Aprender y practicar cálculos básicos con el programa.

Contenidos

- 01-1. Introducción
- 01-2. Instalación e inicio del programa.
- 01-3. Descripción del menú principal del programa.
- 01-4. Funcionamiento de wxMaxima: descripción y metodología.
- 01-5. Cálculos numéricos básicos con números naturales.
- 01-6. El principio de inducción.
- 01-7. Cálculos numéricos básicos con números enteros, racionales y reales.

Referencias

- AEM11 ALANINOS PRATS, J; EXTREMERA LIZANA, J; MUÑOZ RIVAS, P.
(2011)
Cálculo con wxMaxima.
- G07 GLASNER, MOSES (2007)
A Maxima Guide for Calculus Students
- GSR03 GONZÁLEZ BARAHONA, J; SEOANE PASCUAL, J; ROBLES, G.
(2003)
Introducción al software libre.

- MR07 MIRA ROS, JOSÉ MANUEL (2007)
Manualico de Maxima.
- RR05 REDONDO NEBLE, M. VICTORIA; RODRÍGUEZ GALVÁN, J.
RAFAEL (2005)
Introducción a Maxima
- RG05 RODRÍGUEZ GALVÁN, J. RAFAEL (2005)
Matemáticas y Software libre para la docencia en la Universidad de Cádiz
- RG07 RODRÍGUEZ GALVÁN, J. RAFAEL (2007)
Maxima con wxMaxima: software libre en el aula de matemáticas
- RR08 RODRÍGUEZ RIOTORTO, MARIO (2008)
Primeros pasos en Maxima
- RV09 RODRÍGUEZ, MARIO; VILLATE, JAIME (2009)
Manual de Maxima.
- VR09 VALLEJO RODRÍGUEZ, JOSÉ ANTONIO (2009)
Cálculo diferencial con Maxima

01-1.- Introducción

El programa wxMaxima es una potente herramienta informática que permite la realización de cálculos matemáticos simbólicos, de cálculos matemáticos numéricos, la manipulación de expresiones algebraicas, derivación e integración de funciones así como la realización de gráficas de varios tipos.

El programa tiene sus orígenes en el año 1967 en el Laboratorio de inteligencia Artificial del Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT AI Lab). Comenzó como parte del Proyecto MAC (Machine Aided Cognition) e inicialmente se llamó *Macsyma*, que es un acrónimo de MAC's SYmbolic MANipulator. Posteriormente, el programa se hizo más presente por la aparición de otros programas como *Maple* o *Mathematica*, productos que precisamente se habían inspirado originalmente en *Macsyma*.

En el año 1998 el Dr. William Schelter, de la Texas University, consiguió licencia para distribuir el programa, cosa que hizo con el nombre de *Maxima*, y con la modalidad de programario libre, es decir, con código fuente accesible y modificable. Toda la información sobre este programario se puede encontrar en la dirección siguiente:

<http://maxima.sourceforge.net>

Inicialmente el programa no se caracterizaba, precisamente, por tener una interfase gráfica agradable y cómoda para los usuarios; con el tiempo esto se ha ido modificando y la última versión tiene un aspecto mucho mejor que las iniciales. El programa ha ido evolucionando y actualmente se conoce como wxMaxima, desarrollado por Andrej Vodopivec. Toda la información y el programa de instalación se pueden encontrar en la dirección siguiente:

<http://wxmaxima.sourceforge.net>

01-2.- Instalación e inicio del programa

En la dirección web indicada se descarga el programa ejecutable que corresponda al sistema operativo del ordenador en el cual se quiera instalar el programa. En este curso nos referiremos a la versión para Windows, puesto que es el sistema operativo mayoritario en el conjunto de usuarios al que va dirigido el curso.

La versión de wxMaxima disponible a lo largo de la elaboración de este proyecto y, por lo tanto, la que se ha hecho servir en la redacción de los Temas y de los ficheros correspondientes, es la versión 5.23.2. Para instalar el programa, hace falta bajar el ejecutable de instalación correspondiente al sistema operativo del ordenador, ejecutarlo y seguir las instrucciones que van apareciendo en pantalla, en particular las que hacen referencia a opciones e idioma de instalación. En el escritorio se crea un icono que permite ejecutar el programa en la forma habitual. Cuando se inicia la ejecución del programa, aparece la pantalla de inicio del programa que se puede ver en la Figura 01-1.

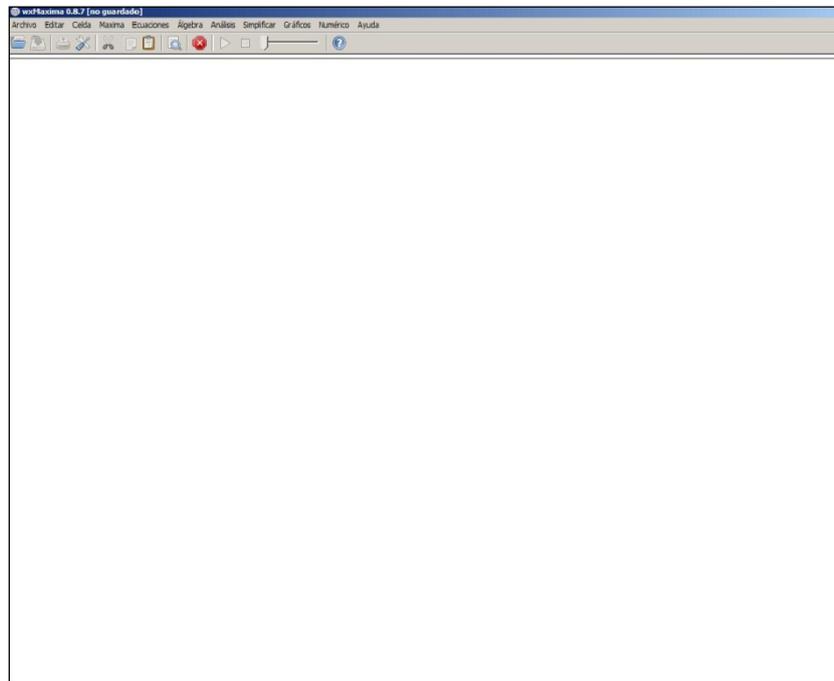


Figura 01-1 Pantalla de inicio de wxMaxima

01-3.- Descripción del menú principal del programa.

La pantalla de inicio de wxMaxima tiene un aspecto similar al de otros programas, con una parte superior que es la barra de menús, a continuación una barra de iconos y el área de salida o de consola, que ocupa la mayor parte de la pantalla.

El menú principal contiene las opciones siguientes:

- Archivo
- Editar
- Celda
- Maxima
- Ecuaciones
- Álgebra
- Análisis
- Simplificar
- Gráficos
- Numérico
- Ayuda

A continuación se hace una breve descripción de las opciones del menú principal del programa que permiten un trabajo básico con el programa. Otras partes que corresponden a acciones más específicas se describirán en sesiones posteriores.

Menú **Archivo**. Opciones del menú:

Abrir	Permite abrir un fichero guardado.
Abrir sesión reciente	Aparecen los ficheros guardados más recientemente.
Guardar	Guarda el fichero de trabajo actual.
Guardar como	Guarda el fichero actual y pide el nombre.
Cargar paquete	Carga un paquete o conjunto de instrucciones.
Archivo por lotes	Guarda un fichero tipo *.mac.
Exportar	Permite exportar el fichero a formatos diferentes.
Imprimir	Permite imprimir el fichero.
Salir	Para salir del programa.

Menú **Editar**. Opciones del menú:

Deshacer	Para volver atrás en una operación
Cortar	Para eliminar y guardar en la memoria
Copiar	Para copiar y guardar en la memoria
Copiar como texto	Para copiar y guardar en la memoria en formato de texto

Copiar como LaTeX	Para copiar y guardar en la memoria en formato de LaTeX
Copiar como imagen	Para copiar y guardar en la memoria en formato de imagen
Pegar	Para enganchar
Buscar	Para buscar una palabra o conjunto de palabras
Seleccionar texto	Para seleccionar
Guardar selección en imagen	Para guardar en formato imagen
Ampliar	Para aumentar el zoom
Disminuir	Para reducir el zoom
Establecer aumento	Para establecer la proporción de aumento del zoom
Pantalla completa	Para ver en pantalla completa
Preferencias	Para establecer las preferencias de texto en las celdas

Menú **Celda**. Opciones del menú:

Evaluar celda	Para llevar a cabo las instrucciones de una celda de entrada
Evaluar todas las celdas	Para llevar a cabo las instrucciones de todas las celdas de entrada
Borrar todos los resultados	Para eliminar todas las salidas o cálculos realizados
Copiar entrada anterior	Para repetir la entrada anterior
Autocompletar	
Mostrar plantilla	
Nueva celda de entrada F5	Para crear una celda de entrada
Nueva celda de texto F6	Para crear una celda de texto
Nueva celda de subsección F7	Para crear una celda de subsección
Nueva celda de sección F8	Para crear una celda de sección
Nueva celda de título F9	Para crear una celda de título
Insertar salto de página	Para insertar un salto de página cuando se imprime el fichero
Insertar imagen	Para insertar una imagen a partir de un fichero creado
Instrucción anterior	Para copiar la instrucción que se haya ejecutado inmediatamente antes
Siguiente instrucción	Para ir a la instrucción siguiente

Menú **Maxima**. Opciones del menú:

Paneles	Abre un cuadro de diálogo para insertar un
---------	--

	cuadro de instrucciones específico (ver Figura 01-2)
Interrumpir	Para detener el proceso de cálculos actual
Reiniciar Maxima	Para reiniciar el programa
Limpiar memoria	Para eliminar las asignaciones realizadas
Añadir a la ruta	
Mostrar funciones	Para mostrar las funciones definidas
Mostrar definición	Para mostrar la definición de una función
Mostrar variables	Para mostrar las variables definidas
Borrar variable	Para eliminar una variable
Conmutar pantalla de tiempo	
Cambiar pantalla 2D	Para seleccionar el algoritmo de salida
Mostrar formato TeX	Para mostrar el formato TeX

Menú **Ayuda**. Opciones del menú:

Ayuda de Maxima	Abre el fichero de ayuda interactivo
Ejemplo	Muestra un ejemplo de una instrucción
A propósito	Muestra ejemplos de instrucciones similares
Mostrar sugerencias	Abre un cuadro de diálogo con sugerencias
Tutoriales	Acceso a documentos en red
Información de compilación	
Información de error	
Comprueba actualizaciones	Verifica la actualización de la versión
Acerca de...	Datos del programa

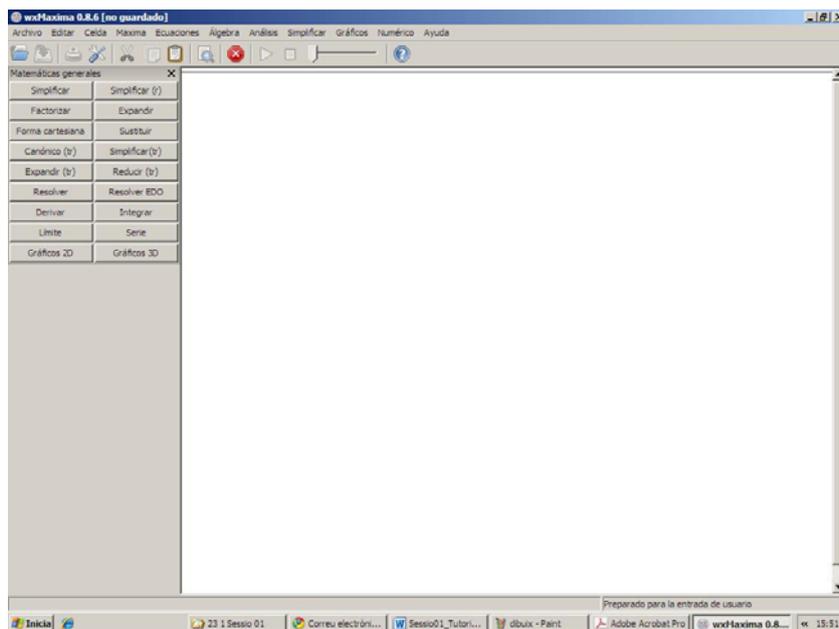


Figura 01-2(a) Cuadro con instrucciones de Matemáticas generales

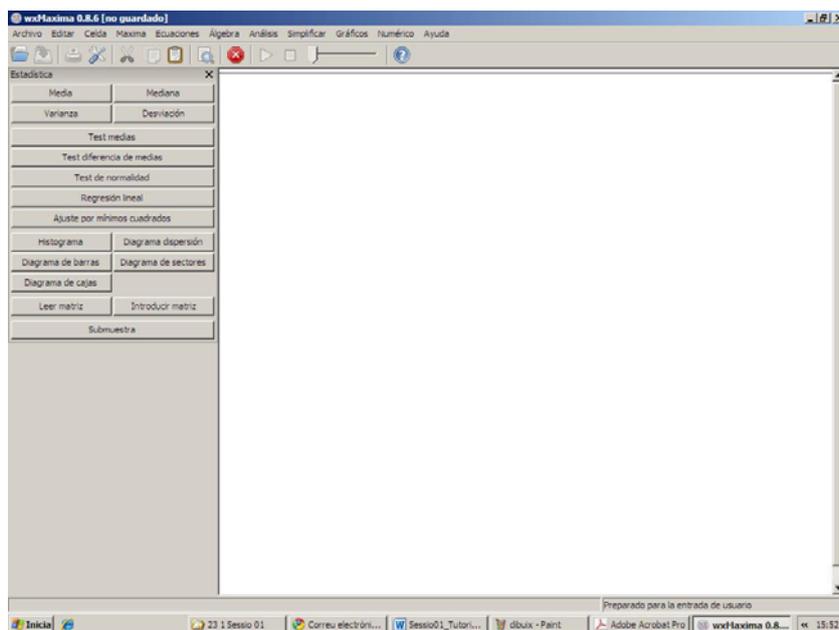


Figura 01-2(b) Cuadro con instrucciones de Estadística

La opción “Ayuda de Maxima” es muy útil para verificar la sintaxis correcta de las instrucciones que se quieren aplicar. En la primera parte (contenido) se describen los temas en los que se aplica el programa y se detallan las instrucciones correspondientes, ilustradas en algunos casos con ejemplos. La segunda parte (índice) permite buscar instrucciones concretas, que están ordenadas alfabéticamente; clicando sobre el botón “Mostrar” aparece la descripción de la instrucción requerida. La tercera parte (búsqueda) permite escribir una instrucción y tener acceso a todas las partes de la ayuda que contienen esta instrucción. En la Figura 01-3 se puede ver un ejemplo de estas pantallas.

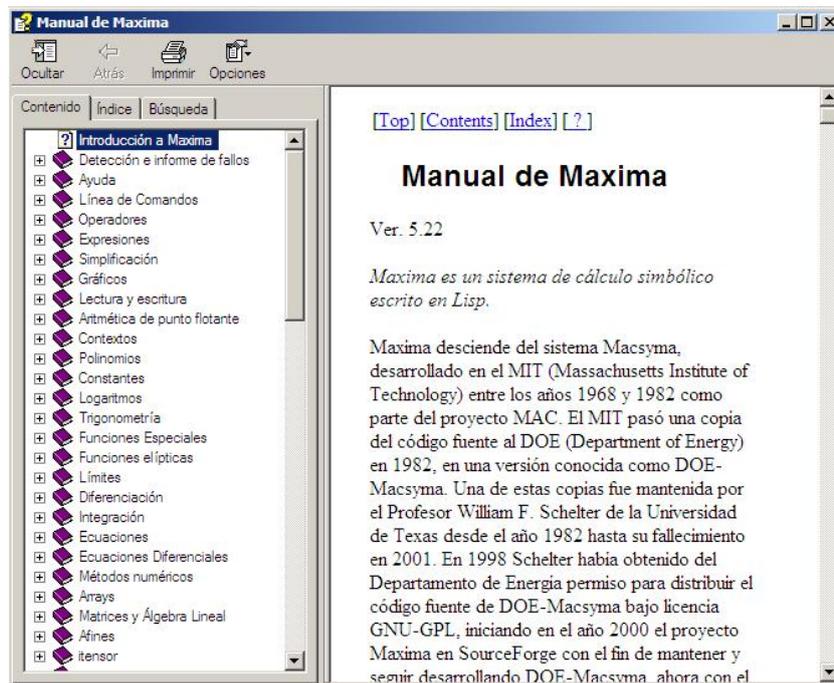


Figura 01-3(a) Cuadro del menú Ayuda – Contenido

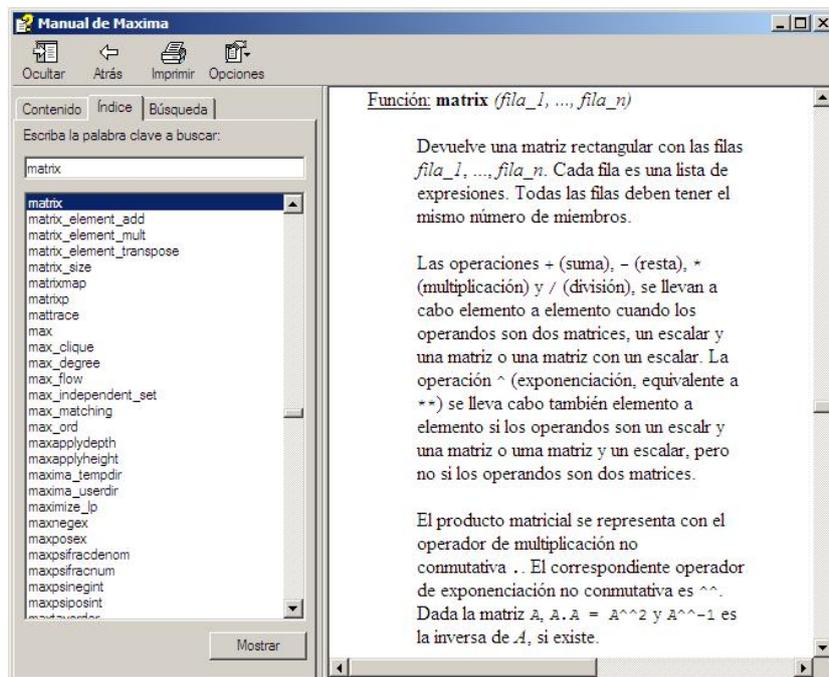


Figura 01-3(b) Cuadro del menú Ayuda – Índice

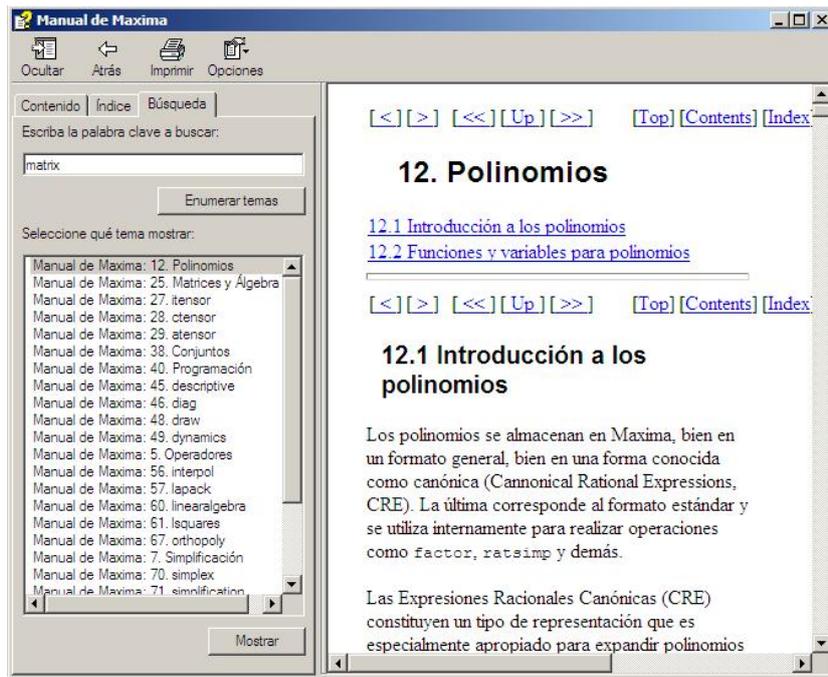


Figura 01-3(c) Cuadro del menú Ayuda – Búsqueda

01-4.- Funcionamiento de wxMaxima: descripción y metodología.

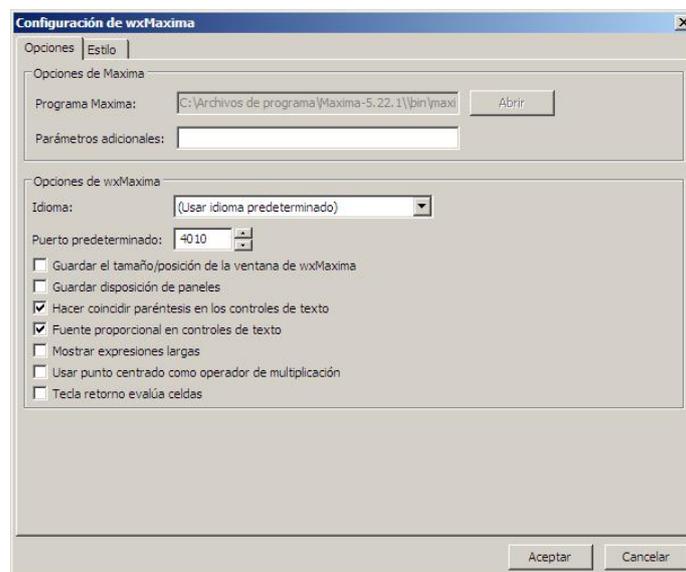
Cuando se inicia la ejecución del programa aparece la pantalla estándar de entrada. La interacción del usuario con el programa se lleva a cabo mediante instrucciones que se escriben en las llamadas “celdas de entrada”, que se describirán a continuación. Hay los siguientes tipos de celdas:

- Celdas de título. Para insertar una celda de título hay que pulsar la tecla F9. Se aplican generalmente para escribir el título del tema a que hace referencia el trabajo que sigue.
- Celdas de sección. Para insertar una celda de sección hay que pulsar la tecla F8. Se aplican para estructurar el fichero de trabajo en las diferentes secciones o apartados.
- Celdas de subsección. Para insertar una celda de subsección hay que pulsar la tecla F7. Se aplican para estructurar los apartados o las secciones del fichero de trabajo en diferentes subsecciones o subapartados.
- Celdas de texto. Para insertar una celda de subsección hay que pulsar la tecla F6. Se aplican en general para poner comentarios u observaciones en el documento de trabajo.
- Celdas de entrada. Para insertar una celda de sección hay que pulsar la tecla F5. Son los elementos esenciales de trabajo para entrar las instrucciones que el usuario desea ejecutar en los cálculos.

Para insertar una celda de cualquier tipo, además de mediante las teclas mencionadas, se puede ir a la barra de menús en “Celda” y aplicar el tipo correspondiente.

El formato del texto que aparece en cada uno de estos tipos de celda se puede personalizar (ver Figura 01-4) yendo al menú Editar:

Editar → Preferencias → Cuadro de diálogo que aparece



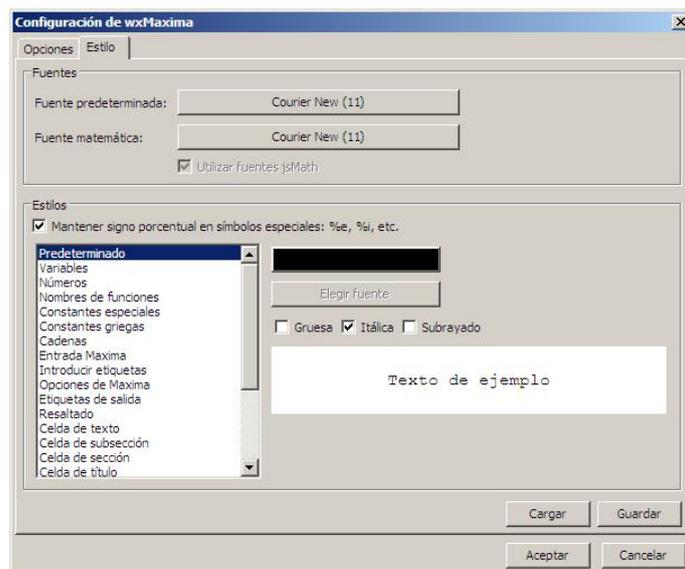


Figura 01-4 Cuadro de diálogo de Editar – Preferencias

En la parte “Opciones” hay las opciones generales del programa; se recomienda mantener las opciones por defecto. En la parte “Estilo” se pueden seleccionar diferentes opciones, de las cuales comentaremos las siguientes:

- Fuente predeterminada. Permite seleccionar la fuente de las instrucciones de entrada. En este Curso se ha adoptado la fuente “Tahoma (11)”. Esta fuente será también usada en las celdas de texto.
- Fuente matemática. Permite seleccionar la fuente de las instrucciones de las salidas del programa. En este Curso se ha adoptado la fuente “Tahoma (11)”.
- Entrada Maxima. Permite seleccionar el color de la fuente de las instrucciones de entrada. En este Curso se ha adoptado el color rojo, código RGB(255,0,0).
- Introducir etiquetas. Permite seleccionar el color de las etiquetas de referencia de las entradas. En este Curso se ha adoptado el color rojo, código RGB(255,0,0).
- Etiquetas de salida. Permite seleccionar el color de les etiquetes de referencia de las salidas del programa. En este Curso se ha adoptado el color azul, código RGB(0,0,128). Así mismo se ha adoptado este color para todas las salidas y cálculos del programa.
- Celda de subsección. Permite definir la fuente y el color de les celdas de subsección.
- Celda de sección. Permite definir la fuente y el color de les celdas de sección.
- Celda de titulo. Permite definir la fuente y el color de las celdas de título.
- Fondo de celda de texto. Permite definir el color de fondo de las celdas de texto.
- Fondo. Permite definir un color de fondo de los documentos wxMaxima.
- Selección. Permite establecer el color del resaltado en la selección de una parte del documento para copiar o otras opciones.

Una celda de entrada consta de dos partes bien diferenciadas: la línea de entrada y la línea o líneas de salida. La línea de entrada contiene las instrucciones para ejecutar los

cálculos que acaban con el signo de punto y coma (;) si se desea ver el resultado o con el signo de dólar (\$) si no se desea ver el resultado, a pesar de que la instrucción se lleve a cabo. El programa asigna un número a cada línea de entrada que tiene el formato (%i N) donde la i indica entrada (“input”) y N el número asignado; una línea de entrada puede contener una o más instrucciones ejecutables. Cuando una línea de entrada contiene más de una instrucción ejecutable, se generan tantas líneas de salida como instrucciones y esto afecta la numeración de las entradas posteriores. Las líneas de salida tienen el formato (%o N) donde la o indica salida (“output”) y N el número asignado.

Para ejecutar la instrucción o las instrucciones de una línea de entrada se puede proceder de dos maneras:

- De forma directa pulsando las teclas <Control + Intro>.
- Yendo al menú Celda → Evaluar celda(s).

Para ejecutar las instrucciones de todas las celdas de entrada que se hayan escrito en el documento, se puede proceder también de dos maneras:

- De forma directa pulsando las teclas <Control + R>.
- Yendo al menú Celda → Evaluar todas las celdas.

Una sesión o documento de wxMaxima se puede guardar en un fichero que tiene una estructura estándar, nombre, punto y extensión; nombre_del_Fichero.wxm; esta operación se hace yendo al menú Archivo de acuerdo con la secuencia

Archivo → Guardar como → Nombre del Fichero

La extensión .wxm se asigna por defecto a un fichero de cálculos. Cuando se cierra un fichero se guarda toda la información que ha estado salvada previamente y cuando se vuelve a abrir sólo aparecen las celdas de entrada con los pedidos introducidos; para hacer aparecer los resultados o salir, hace falta ejecutar las celdas de entrada una por una o conjuntamente, tal como se ha indicado anteriormente.

01-5.- Cálculos numéricos básicos con números naturales.

En este apartado se describe lo que podríamos llamar funcionamiento de wxMaxima com calculadora y la metodología y sintaxis para llevar a cabo operaciones aritméticas elementales con números enteros, números racionales i números reales. Los cálculos de este apartado se desarrollan en el fichero **Tema_01-5.wxm**.

Comenzamos ilustrando la sintaxis de las operaciones aritméticas elementales (suma y producto) con números naturales, las propiedades de los cuales se suponen conocidas. Uno de los aspectos a tener en cuenta es el orden de prioridad de los operadores aritméticos en la realización de operaciones, es decir, hay que recordar que los signos de suma y resta separen términos y no así el producto. En cualquier caso, está claro que se pueden usar paréntesis para mayor claridad i seguridad. Comenzamos ilustrando la sintaxis de estas operaciones.

Suma y producto de números naturales:

```
(%i1) 4+3; 4-3; 4*3;
(%o1) 7
      (%o2) 1
      (%o3) 12
(%i4) 3*7+5; (3*7)+5; 3*(7+5);
(%o4) 26
      (%o5) 26
      (%o6) 36
```

Potencias de números naturales:

```
(%i7) 3^2; 3^(2*3);
(%o7) 9
      (%o8) 729
(%i9) (3^2)^3; 3^2^3; 3^(2^3);
(%o9) 729
      (%o10) 6561
      (%o11) 6561
```

Se hace observar que para la edición de los documentos de este Curso se usa la opción “Editar / Copiar como imagen” aplicada a las salidas del programa y que al hacerlo se mantiene la alineación de la primera salida con la entrada y después se produce un cierto desplazamiento de las salidas siguientes. En algunos casos la imagen no se enlancha de manera completa.

Se puede calcular directamente el factorial de un número natural, con la misma notación del Análisis Matemático (signo de admiración (!)):

```
(%i12) 0!; 2!; 5!; 10!;
(%o12) 1
(%o13) 2
(%o14) 120
(%o15) 3628800
```

También se puede calcular la descomposición de un número natural en factores primos:

```
(%i16) factor(126);      factor(1488);      factor(10!);
(%o16) 2 32 7
(%o17) 24 3 31
(%o18) 28 34 52 7
```

Se pueden calcular directamente todos los divisores de un número natural:

```
(%i19) divisors(162);      divisors(12345);
(%o19) {1, 2, 3, 6, 9, 18, 27, 54, 81, 162}
(%o20) {1, 3, 5, 15, 823, 2469, 4115, 12345}
```

Para saber si un número es o no primo, hace falta aplicar la instrucción “primep” y esperar la respuesta que será “true” (cierto) o bien “false” (falso) según corresponda. Una forma equivalente de saberlo es con los divisores, ya que si un número es primo sus divisores son sólo él y la unidad:

```
(%i21) primep(124);      primep(109);
(%o21) false
(%o22) true
(%i23) divisors(124);      divisors(109);
(%o23) {1, 2, 4, 31, 62, 124}
(%o24) {1, 109}
```

Si se quiere saber el cociente y el residuo o resto de la división de dos números naturales, se puede hacer directamente o bien con comandos para obtener estos resultados de forma específica:

```
(%i25) divide(162,18);      divide(162,19);
(%o25) [9, 0]
(%o26) [8, 10]
(%i27) divide(162,19);      quotient(162,19);      remainder(162,19);
(%o27) [8, 10]
(%o28) 8
(%o29) 10
```

Se puede calcular el máximo común divisor y del mínimo común múltiple de dos números (en el segundo caso hay que cargar previamente el paquete de instrucciones “functs”):

```
(%i30) gcd(300,1620);      gcd(504, 2583);
(%o30) 60
(%o31) 63
(%i32) load(functs)$     lcm(300, 1620);
define: warning: redefining the built-in function lcm
(%o33) 8100
```

La instrucción “binomial(m,n)” permite el cálculo del valor de un número combinatorio; se puede visualizar en forma genérica y en casos concretos:

```
(%i34) binomial(m,n);    binomial(7,2);    binomial(18,6);
(%o34)  $\binom{m}{n}$ 
(%o35) 21
(%o36) 18564
```

01-6.- El principio de inducción.

Los cálculos de este apartado se desarrollan en el fichero **Tema_01-6.wxm**.

El principio de inducción se basa en el hecho de que el conjunto de los números naturales es un conjunto bien ordenado y que tiene 1 como primer elemento. Si $P(n)$ es una propiedad que puede ser cierta o no para cada número natural n , entonces el principio de inducción matemática afirma que si:

- $P(1)$ es cierto, es decir el número $n = 1$ cumple la propiedad;
- Suponiendo que $P(k)$ es cierto se puede demostrar que $P(k+1)$ también es cierto, entonces la propiedad es cierta para cualquier número natural, es decir, para todos los números naturales.

Ejemplo 01-6.1. Demostrar que para todo número natural $n \in \mathbb{N}$ se cumple

$$1 + 2 + 3 + \dots + n = \frac{n(n+1)}{2}$$

En primer lugar verificaremos si la propiedad se cumple para $n = 1$:

```
(%i1) 1;  
      1*(1 + 1)/2;  
(%o1) 1  
(%o2) 1
```

Si se quiere, se puede comprobar también para $n = 2$:

```
(%i3) 1 + 2;  
      2*(2 + 1)/2;  
(%o3) 3  
(%o4) 3
```

Ahora formularemos la hipótesis de inducción:

$$1 + 2 + 3 + \dots + (n-1) = \frac{(n-1)n}{2}$$

Introducimos esta hipótesis como una variable:

```
(%i5) Hip_induc:(n-1)*n/2;  
(%o5)  $\frac{(n-1)n}{2}$ 
```

Finalmente calculamos la suma $1 + 2 + 3 + \dots + (n-1) + n$ teniendo en cuenta la hipótesis de inducción:

```
(%i6) Hip_induc + n;
(%o6)  $\frac{(n-1)n}{2} + n$ 
```

Efectuamos el cálculo aplicando la instrucción “Simplificar/Simplificar expresión”:

```
(%i7) ratsimp(%);
(%o7)  $\frac{n^2+n}{2}$ 
```

Finalmente, factorizamos la expresión obtenida mediante la instrucción “Simplificar/Factorizar expresión”:

```
(%i8) factor(%);
(%o8)  $\frac{n(n+1)}{2}$ 
```

Ejemplo 01-6.2. Demostrar que para todo número natural $n \in \mathbb{N}$ se cumple

$$1^2 + 3^2 + 5^2 + \dots + (2n-1)^2 = \frac{n(2n-1)(2n+1)}{3}$$

En primer lugar verificaremos si la propiedad se cumple para $n = 1$:

```
(%i1) 1^2;
      1*(2*1-1)*(2*1+1)/3;
(%o1) 1
(%o2) 1
```

Si se quiere, se puede comprobar también para $n = 2$:

```
(%i3) 1^2 + 3^2;
      2*(2*2 - 1)*(2*2 + 1)/3;
(%o3) 10
(%o4) 10
```

Ahora formularemos la hipótesis de inducción:

$$1^2 + 3^2 + 5^2 + \dots + (2n-3)^2 = \frac{(n-1)(2n-3)(2n-1)}{3}$$

Introducimos esta hipótesis como una variable:

```
(%i5) Hip_induc:(n-1)*(2*n-3)*(2*n-1)/3;
```

$$(\%o5) \frac{(n-1)(2n-3)(2n-1)}{3}$$

Finalmente calculamos la suma $1^2 + 3^2 + 5^2 + \dots + (2n-3)^2 + (2n-1)^2$ teniendo en cuenta la hipótesis de inducción:

```
(%i6) Hip_induc + (2*n-1)^2;
```

$$(\%o6) (2n-1)^2 + \frac{(n-1)(2n-3)(2n-1)}{3}$$

Efectuamos el cálculo aplicando la instrucción “Simplificar/Simplificar expresión”:

```
(%i7) ratsimp(%);
```

$$(\%o7) \frac{4n^3 - n}{3}$$

Finalmente, factorizamos la expresión obtenida mediante la instrucción “Simplificar/Factorizar expresión”:

```
(%i8) factor(%);
```

$$(\%o8) \frac{n(2n-1)(2n+1)}{3}$$

01-7.- Cálculos numéricos básicos con números enteros, racionales i reales.

En este apartado se describe el que podríamos llamar funcionamiento de wxMaxima como calculadora y la metodología y la sintaxis para llevar a cabo operaciones aritméticas elementales con números enteros, números racionales y números reales. Los cálculos de este apartado se desarrollan en el fichero **Tema_01-7.wxm**.

El programa permite hacer cálculos con números racionales; si se dan en forma de fracción de números enteros, el resultado se da en la misma forma y si se usa la representación decimal de estos números, representación que se indica con la instrucción “float”, el resultado se da en forma de representación decimal, que por defecto tiene un total de 16 cifras:

```
(%i1) 3/7;      3/7+4/9;      3/7*4/9;
(%o1)  $\frac{3}{7}$ 
(%o2)  $\frac{55}{63}$ 
(%o3)  $\frac{4}{21}$ 
(%i4) float(3/7);      float(3/7+4/9);      float(3/7*4/9);
(%o4) 0.42857142857143
(%o5) 0.87301587301587
(%o6) 0.19047619047619
```

El resultado se puede obtener en forma de representación decimal o numérica con la instrucción “numer” escrita con una coma después de la fracción:

```
(%i7) 3/7, numer;
      3/7 + 4/9, numer;
(%o7) 0.42857142857143
(%o8) 0.87301587301587
(%i9) 375/1000;
      375/1000, numer;
(%o9)  $\frac{3}{8}$ 
(%o10) 0.375
(%i11) 166/99,numer;
(%o11) 1.6767676767677
```

```
(%i12) (234567-234)/(100000-100);
      (234567-234)/(100000-100), numer;
(%o12)  $\frac{8679}{3700}$ 
(%o13) 2.345675675675676
```

Los cálculos con números reales tienen una sintaxis sencilla como la que se ha visto en números enteros; hay que tener en cuenta que un número natural escrito con símbolo decimal y parte decimal 0, se interpreta como un número real:

```
(%i14) 234.34+567.40;
      234.34*567.45;
      234.34/567.45;
(%o14) 801.74
(%o15) 132976.233
(%o16) 0.41297030575381
(%i17) 2.0 + 4.567;
      2.0 * 4.567;
(%o17) 6.567
(%o18) 9.134
```

Los números irracionales e y π tienen una sintaxis específica: %e, %pi respectivamente; a continuación se muestran las representaciones decimales por defecto (16 cifras):

```
(%i19) %pi;
      float(%pi);
      %pi,numer;
(%o19)  $\pi$ 
(%o20) 3.14159265358979
(%o21) 3.14159265358979
(%i22) %e;
      float(%e);
      %e,numer;
(%o22) %e
(%o23) 2.71828182845904
(%o24) 2.71828182845904
```

Si se considera que la representación decimal por defecto tiene un número demasiado grande de cifras y se quiere una representación decimal con menos cifras, hay que aplicar la instrucción “fpprec(N)” donde N es el número total de cifras de la representación decimal; a continuación hay que aplicar la instrucción “bfloat()” en la cual se ha de especificar en el interior del paréntesis los cálculos a realizar.

Así en el caso de los números e y π :

```
(%i25) fpprec:5$
      bfloat(%pi);
      bfloat(%e);
(%o26) 3.1416b0
      (%o27) 2.7183b0
(%i28) fpprec:30$   bfloat(%pi);   bfloat(%e);
(%o29) 3.14159265358979323846264338328b0
      (%o30) 2.71828182845904523536028747135b0
```

A continuación se muestra otro ejemplo hecho con diferente precisión en cuanto al número de cifras de la representación decimal:

```
(%i31) (2*%pi+4*%e)/(%e + 1);
      float((2*%pi+4*%e)/(%e+1));
(%o31)  $\frac{2\pi + 4e}{e + 1}$ 
      (%o32) 4.614043101763966
(%i33) fpprec:5$
      bfloat((2*%pi+4*%e)/(%e+1));
(%o34) 4.614b0
```