

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Enrique Guzmán y Valle

Alma Máter del Magisterio Nacional

FACULTAD DE CIENCIAS

Escuela Profesional de Matemática e Informática



MONOGRAFÍA

APLICACIONES INFORMÁTICAS EN LAS MATEMÁTICAS.

**Introducción al Lenguaje de Programación MATLAB, CABRI,
WOLFLAM, GEOGEBRA, generalidades, funciones principales,
gráficos con MATLAB y GEOGEBRA, instrucciones, análisis de datos,
diversos tratamientos.**

Examen de Suficiencia Profesional Res. N° 0819-2019-D-FAC

Presentada por:

Nuñez Coca, José Andres

Para optar al Título Profesional de Licenciado en Educación

Especialidad: Informática

Lima, Perú

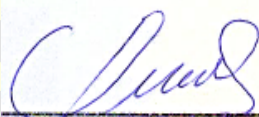
2019

MONOGRAFÍA

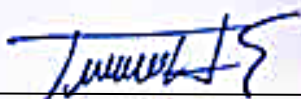
APLICACIONES INFORMÁTICAS EN LAS MATEMÁTICAS.

**Introducción al Lenguaje de Programación MATLAB, CABRI,
WOLFLAM, GEOGEBRA, generalidades, funciones principales,
gráficos con MATLAB y GEOGEBRA, instrucciones, análisis de datos,
diversos tratamientos.**

Designación de Jurado Resolución N° 0819-2019-D-FAC



Dr. Quivío Cuno, Richard Santiago
Presidente



Dr. Huamán Hurtado, Juan Carlos
Secretario



Mg. Márquez Beltrán, José Alberto
Vocal

Dedicatoria

A Dios, por ser mi soporte en momentos difíciles.

A mis abuelos, que están en el cielo, quienes confiaron y apostaron por mí incondicionalmente.

A mi madre, que siempre estuvo dándome fuerzas.

A mi esposa, que siempre estuvo a mi lado dándome apoyo en forma incondicional.

Por último, y no menos importante, a mi querida universidad, que me brindó sus enseñanzas para poder elaborar mi monografía con eficiencia y eficacia.

Índice de contenidos

Portada.....	i
Hoja de firmas de jurado	ii
Dedicatoria.....	iii
Índice de contenidos	iv
Lista de tablas	vi
Lista de figuras	vii
Introducción.....	viii
Capítulo I. Aplicaciones informáticas en las matemáticas	9
1.1 Software de aplicación	9
1.2 Software matemáticos.....	10
1.3 Principales software matemáticos	11
Capítulo II. Software principales	15
2.1 Matlab.....	15
2.1.1 Operadores y funciones principales.....	18
2.1.2 Comandos principales.....	20
2.1.3 Manipulación de matrices.....	22
2.2 Cabri	22
2.2.1 Características de Cabri	23
2.2.2 Funciones principales de Cabri.....	25
2.3 Wolfram mathematica.....	26
2.3.1 Instrucciones, análisis de datos y diversos tratamientos.....	27
2.4 Geogebra.....	29
2.4.1 Instrucciones, análisis de datos y diversos tratamientos.....	30

Capítulo III. Gráficos con Matlab y Geogebra	33
3.1 Representación gráficas simples.....	33
3.2 Gráficas con Matlab.....	33
3.3 Gráficas con Geogebra	39
Aplicación didáctica	43
Síntesis.....	49
Apreciación crítica y sugerencias	50
Referencias	51

Lista de tablas

Tabla 1. Principales software matemáticos	12
Tabla 2. Operaciones en Matlab	18
Tabla 3. Funciones en Matlab.....	19
Tabla 4. Comandos de gráficas en Matlab	21
Tabla 5. Matrices elementales	22

Lista de figuras

Figura 1. Presentación del Matlab	15
Figura 2. Pantalla de presentación del Matlab.....	16
Figura 3. Presentación del Cabri Geometry II.....	23
Figura 4. Elementos del Cabri Geometry II.	25
Figura 5. Ventana inicio Wolfram.....	28
Figura 6. Ventana inicio Geogebra.....	29
Figura 7. Operaciones en Matlab.....	31
Figura 8. Determinación de distancia de dos puntos	32
Figura 9. Utilización de comando plot en Matlab	34
Figura 10. Utilización de varios comandos plot en Matlab.....	35
Figura 11. Utilización de comando subplot en Matlab	37
Figura 12. Utilización de comando polar en Matlab	38
Figura 13. Utilización de comando axis square en Matlab.....	39
Figura 14. Gráficas en Geogebra	39
Figura 15. Operaciones en Geogebra	40
Figura 16. Vistas de gráficas en Geogebra.....	40
Figura 17. Sesión de gráficas en Geogebra	41
Figura 18. Selección de archivos gráficos.....	41
Figura 19. Vista algebraica de Geogebra	42

Introducción

Los recursos educativos son todo tipo de materiales que, de alguna manera, contribuyen a la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje en los diferentes niveles educativos. Las herramientas tecnológicas son ejemplos de estos materiales que necesitan y deben ser explorados, ya que están cada vez más presentes en la vida de las personas.

Especialmente en la educación básica, muchos son los problemas que se encuentran debido a la falta de estos recursos en la mayoría de las escuelas del país, sobre todo en los lugares más pobres y remotos. En cuanto al uso de tecnologías, el problema es la falta de preparación y/o interés de los docentes con respecto al uso de este tipo de material.

En vista de todas las diversidades y adversidades en el contexto de la educación básica en nuestro país, el software y las aplicaciones matemáticas pueden convertirse en herramientas importantes para el aprendizaje y análisis de resultados para los estudiantes en las clases de matemáticas, considerando que los dispositivos electrónicos se hacen cada vez más presentes dentro de las aulas.

Por ello, a través de esta monografía, se buscó presentar algún software con potencial para su uso en este proceso de enseñanza-aprendizaje, destacando sus características y funcionalidades y haciendo un paralelo con lo que dicen algunos autores sobre el uso de estas aplicaciones, así como el cuidado y la forma de insertarlos en el ámbito educativo.

Capítulo I

Aplicaciones informáticas en las matemáticas

1.1 Software de aplicación

Conocemos que un software es el componente lógico que tiene un sistema computacional, los cuales son conjuntos de programas que permiten que el computador responda a los requerimientos de información, ya sea mediante el procesamiento de datos o de alguna respuesta procesada. El uso del hardware sin nada no es fácil, por lo que para facilitarlos se crea un software.

El software lo dividimos en tres grandes grupos:

- Software del sistema: es un software del sistema elaborado mediante un programa de conjuntos de programas informáticos. “Proporciona una plataforma para ejecutar el hardware y la aplicación informática de la computadora para utilizar los recursos del sistema y resolver su problema de cálculo” (Álvarez, 2014, p. 28).
- Software de programación: conjunto de programas que permiten la interacción del humano con el computador para que este pueda realizar el procesamiento de datos especificado, hay miles de lenguajes de programación que han evolucionado tan igual que el computador.

- Software de aplicación: es capaz de manejar las entradas del usuario y ayuda al usuario a completar la tarea. Como principales software de aplicación, tenemos a los procesadores de textos, hojas de cálculo, presentaciones, gráficos, CAD/CAM, correos electrónicos, etc.

Tipos de software de aplicación: según la necesidad de los usuarios, se clasifica en los siguientes tipos.

- Software procesadores de textos: Permite elaborar todo tipo de documentos textuales. Tenemos una gran variedad de aplicaciones, pero el más utilizado es el MS Word, entre otros.
- Software de presentación: Permite presentar diapositivas para que el usuario fije su atención en recursos multimedia y pueda captar rápidamente lo que se quiere transmitir, puede ser el MS Power Point, Prezi, CAVAS, Impress, etc.
- Software de hoja de cálculo: La celda etiquetada con la etiqueta de fila y columna como A1, A2, etc. Por ejemplo, Microsoft Excel, Lotus 1-2-3 para Windows y número para MAC OS.
- Software de base de datos: Cuando operamos, se accede a los datos de la aplicación desde la base de datos y, después de la manipulación, se almacenan nuevamente en la base de datos.

Pero estos software de aplicación no son los únicos, también tenemos aquellos que son utilizados para fines educativos, como los software educativos, estando dentro de ellos los software matemáticos.

1.2 Software matemáticos

Se refiere que “la enseñanza y el aprendizaje de matemáticas mediante el uso de software matemático puede ser una tarea difícil y exigente, especialmente para los

principiantes., existiendo múltiples herramientas de software matemáticos...” (Mora, 2002, p. 45). Proporcionamos algunos y quizás los más utilizados software matemáticos y los pasos necesarios como evidencia de que didácticamente aumenta las habilidades matemáticas. Además, el uso de este software proporciona una comprensión conceptual y significativa para el estudiante. De hecho, la utilización de las TIC y, en particular, el uso de instalaciones interactivas de software matemático en la enseñanza y el aprendizaje, proporciona un nuevo desafío tanto para los educadores de matemáticas como para los estudiantes.

Además, la integración de las TIC también puede contribuir significativamente a la participación de los estudiantes, la motivación y la actitud hacia los cursos de matemáticas.

Asimismo, la forma en que se usa la tecnología dicta la efectividad de la misma, por lo que nunca se debe considerar que reemplaza las actividades que se conectan con el contenido. En cambio, el objetivo principal en el uso de la tecnología debería ser enriquecer el proceso de aprendizaje de los estudiantes al proporcionarles una experiencia interactiva (Horton, Storm y Leonard, 2004, p. 141).

1.3 Principales software matemáticos

Durante muchos años, se busca un mayor uso del software matemático en la educación. Los sistemas de álgebra computacional han existido durante algunas décadas y, sin embargo, muchos educadores de matemáticas continúan resistiéndose a ellos.

El alto costo ha sido una de las principales barreras para la implementación del software matemático informático. Paquetes sofisticados como Matlab (\$ 500 para una licencia de estudiante), MathCAD (\$ 995 para un solo usuario, \$ 129 para la licencia de estudiante) o Mathematica (\$ 3120 para descarga estándar y \$ 139 para estudiantes) están

fuera del alcance de la mayoría de las instituciones y ciertamente de la mayoría de los estudiantes individuales.

Así que aquí hay una lista de descargas gratuitas de software de matemáticas que pueden ser las más importantes en nuestro medio. Se ha restringido la lista a productos que son adecuados para la gama de temas de carácter interactivo (es decir, desde álgebra para principiantes hasta trigonometría, logaritmos, gráficos y cálculo hasta Laplace Transform y la serie de Fourier). Estos productos podrían reemplazar el costoso software de matemáticas de la escuela secundaria.

Solo se incluye paquetes que todavía están actualmente en desarrollo. Cada uno de los siguientes sería apropiado para incorporar en una lección de pizarra interactiva, especialmente si los estudiantes tienen la oportunidad de interactuar y aprender de sus exploraciones. Cualquiera de ellos también sería un buen software matemático para estudiantes dotados.

Tabla 1
Principales software matemáticos

Producto	Plataforma	Principales características	Licencias
GeoGebra	Cross en todos los dispositivos, incluidos Android e iOS (Apple). Versión con funciones reducidas para la mayoría de los teléfonos.	Interactúa dinámicamente con figuras geométricas y gráficos. Puede realizar diferenciación e integración en funciones. Ideal para investigar y explorar una amplia gama de matemáticas.	Fuente abierta
Math Mechanix	Solo PC	Biblioteca de funciones extensible, un solucionador de funciones, gráficos 2D y 3D, una función de cálculo que permite integración y diferenciación simple, doble y triple.	Se requiere registro gratuito
Calc 3D Pro	Solo PC	Software de gráficos y gráficos matemáticos para geometría y estadísticas. Puede hacer los mejores ajustes, trazado de funciones, integración. Maneja vectores, matrices, números complejos, coordenadas, polígonos regulares e intersecciones. Calcula distancias, intersecciones, volumen y área para punto, línea, plano, esfera, círculo. Coordenadas	Donaciones

Producto	Plataforma	Principales características	Licencias
		cartesianas, esféricas y cilíndricas. Gráfico cartesiano, gráfico polar, gráfico paramétrico, mejor ajuste, transformación rápida de Fourier, histograma. Ver capturas de pantalla.	
LiveMath Viewer	Basado en Java, por lo que PC, Mac, Linux, Solaris Sparc	Permite al usuario interactuar con documentos creados por el editor comercial LiveMath. Al igual que el reproductor Mathematica, puede investigar documentos matemáticos, pero no puede crear y guardar los suyos. Parece que ha habido muy poco desarrollo de este producto últimamente, así que lo descarté de IntMath.	Versión de visor gratuito del producto comercial
Mathematica Player	PC, Mac, Linux	Tiene un motor Mathematica incorporado, que permite al usuario interactuar con miles de "demostraciones" disponibles. Puede investigar documentos matemáticos, pero no puede crear y guardar los suyos.	Versión de visor gratuito del producto comercial
GraphSketch	Basado en la web, para PC, Mac, Linux	Crea gráficos suaves de funciones polinómicas, trigonométricas y exponenciales. Vea mi reseña: GraphSketch.com - graficador de matemáticas en línea gratuito	Disponible gratis - no requiere descarga
SMath Studio	Smartphone, PC, Linux. requiere .NET Framework	SMath de Microsoft tiene una interfaz "similar al papel" que permite al usuario crear documentos matemáticos que contienen fórmulas, gráficos, texto e imágenes. Puede realizar varios cálculos, incluidas matrices, cálculos y trigonometría. Es similar en concepto al Cuaderno científico, que se usa ampliamente en Matemática interactiva (ver Información de SNB). SMath es muy prometedor, pero se queda corto en la documentación (no pude encontrar ningún tutorial o información de "cómo hacerlo") y usabilidad.	Freeware
Máxima	Solo PC	Sistema de álgebra computacional que puede realizar álgebra y cálculo, y trazar curvas 2-D y 3-D. PC, Linux. La entrada de las matemáticas es de código (no fácil de usar) y la salida es básica.	Gratis. Licencia pública general de GNU
MatLab	Plataformas Unix, Windows, macOS y GNU/Linux.	Pueden realizar manipulación de matrices, representación de datos y procesos, generación de algoritmos, generación de interfaces de usuario (GUI) y comunicación con otros programas. Además, puede mejorar capacidades con las cajas de herramientas (toolboxes); y las de Simulink con los paquetes de bloques (blocksets).	Requiere Licencia

Producto	Plataforma	Principales características	Licencias
Derive	Solo PC.	Permite resolver problemas de aritmética, álgebra, trigonometría, cálculo, álgebra lineal y cálculo proposicional. Hacer tramas de expresiones matemáticas en dos y tres dimensiones. Derive es un buen software que nos permite aprender, enseñar y hacer matemáticas.	Requiere Licencia
Cabri Geometre II	Solo PC.	Cabri hace que los conceptos matemáticos difíciles sean más fáciles de aprender gracias a su enfoque de aprendizaje cenestésico. Es fácil crear una figura geométrica, una ecuación o graficar una función en la pantalla Cabri, que cobra vida como un objeto manipulable. Cabri va más allá, incluyendo vectores y cónicas (incl. Elipses e hipérbolas). Ver ecuaciones de líneas, círculos, elipses, loci y coordenadas de puntos.	Requiere Licencia.

Nota: Se describen los principales software matemáticos. Fuente: Horton, Storm y Leonard, 2004.

Capítulo II

Software principales

2.1 Matlab

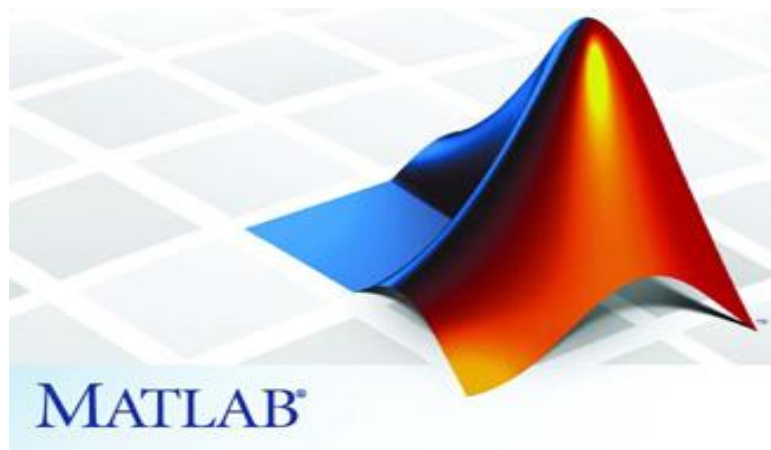


Figura 1. Presentación del MATLAB. Fuente: Recuperado de <http://www.matlab.com>

El Matlab es una poderosa herramienta matemática IDE y el desarrollo y su procesamiento está compuesto, en definitiva, por ecuaciones matriciales.

Su atrevida interfaz le permite trabajar con programación de lenguaje de bloques de alto nivel a través de Simulink y también le permite trabajar con un lenguaje común derivado de C / C ++ en sus interfaces de código. La ventana de comandos, que es una de sus interfaces, se asemeja a una terminal, donde se puede administrar, desarrollar y

codificar. El Script es su otra interfaz que es muy similar al entorno de desarrollo C / C ++ del IDE, lo que le permite crear estructuras y funciones simples y complejas.

Matlab es el nombre abreviado de "MATrix LABoratory". Matlab es un programa para realizar cálculos numéricos con vectores y matrices. Como caso particular, también se puede trabajar con números escalares, tanto reales como complejos.

Al iniciar el software MATLAB, se abre una ventana como la que se muestra en la Figura.

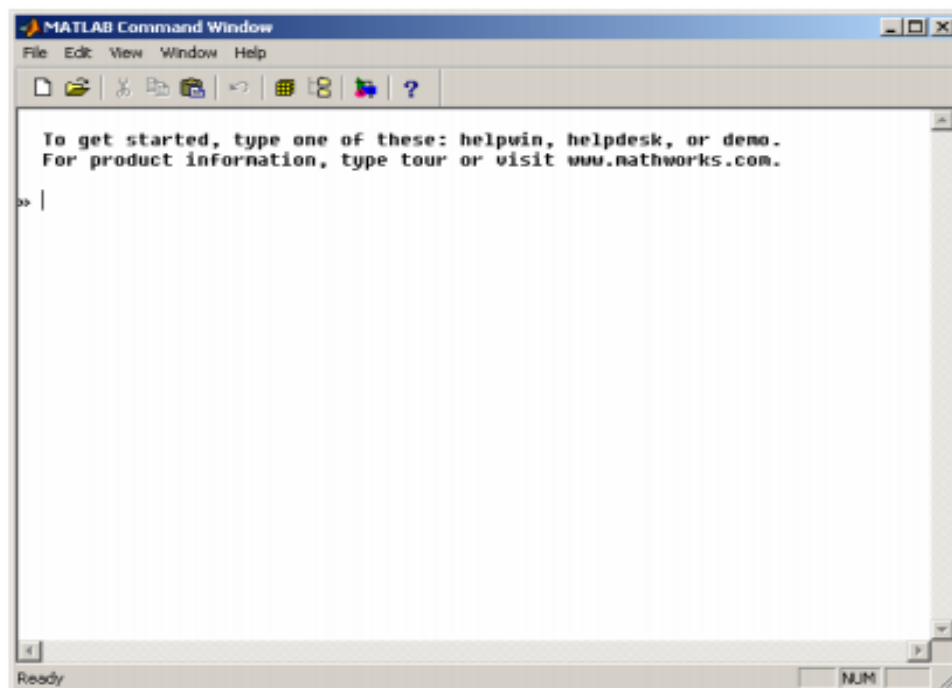


Figura 2. Pantalla de presentación del MATLAB. Fuente: Matlab, 2002.

Aplicaciones:

- Construcción de gráficos en dos y tres dimensiones
- Permite trabajar con números reales y complejos.
- Manipulación de vectores y matrices

- Contiene una amplia variedad de Toolbox (herramientas) para diferentes aplicaciones, tales como: procesamiento de señales, optimización, estadísticas, redes neuronales, lógica difusa, entre otras.
- Tiene su propio lenguaje de programación.
- Contiene una excelente ayuda, que incluye ejemplos y demostraciones.
- Incluye una plataforma de simulación llamada "Simulink", que integra todas las cajas de herramientas de Matlab. SIMULINK es un programa utilizado para el modelado, simulación y análisis de sistemas dinámicos. El programa se aplica a sistemas lineales y no lineales, continuos y/o discretos en el tiempo.

Requisitos mínimos del Matlab: “Se recomienda sistema de archivos compartido entre los escritorios de los usuarios y el clúster. La disponibilidad de un sistema de archivos compartido se supone de forma predeterminada para todas las configuraciones integradas” (Matlab, 2006, p. 35).

Es importante solo un usuario de Matlab por núcleo de CPU.

Asimismo, debe tener un mínimo de 2 GB de RAM por trabajador de Matlab. Si está utilizando Simulink, se recomiendan 4 GB de RAM por trabajador.

Aproximadamente, 20 GB de espacio en disco para obtener una instalación completa típica del servidor paralelo Matlab.

Es importante un mínimo de 5 GB de espacio en disco para acomodar directorios de datos temporales.

Los trabajadores de Matlab requieren varios puertos TCP para diversos servicios de trabajadores y para la comunicación entre trabajadores.

Para cálculos paralelos interactivos, los trabajadores de Matlab que se ejecutan en equipos de clúster deben poder conectarse a la sesión de Matlab que se ejecuta en el escritorio del usuario a través de TCP. Esto no es necesario para ejecutar aplicaciones en

lote. Se recomiendan configuraciones de clúster homogéneas. Las construcciones de procesamiento en paralelo que funcionan en la infraestructura habilitada por parpool (parfor, parfeval spmd, matrices distribuidas y funciones de paso de mensajes) no se pueden usar en una configuración de clúster heterogénea. La infraestructura subyacente de MPI requiere que todas las computadoras de clúster tengan tamaños de palabras coincidentes y capacidad de procesamiento. Un conjunto limitado de funciones en Parallel Computing Toolbox puede funcionar en configuraciones de clúster heterogéneas.

Si está utilizando Linux o Macintosh, y creará grandes grupos paralelos de trabajadores. Se recomienda que ajuste los límites de su sistema operativo. Para obtener más información, consulte Límites recomendados del sistema para Macintosh y Linux.

2.1.1 Operadores y funciones principales.

Los operadores aritméticos y lógicos que posee Matlab se ven a continuación:

Tabla 2
Operaciones en Matlab

Operación	Descripción
+	establece la suma
-	establece la resta
*	establece la multiplicación
/	establece la división
\	establece la división inversa
^	eleva exponente
~=	establece la no igualdad
>	establece mayor
<	establece menor
>=	establece mayor o igual
<=	establece menor o igual
	establece la disyunción
= =	establece la condición de igualdad

Nota: Principales operadores del Matlab. Fuente: Matlab, 2002.

Las operaciones se realizan de izquierda a derecha, calculándolas en el orden:

- Primero, operaciones de potenciación
- Segundo, la multiplicación y división
- Tercero, las sumas y restas

Tenemos las funciones que utiliza el Matlab:

Tabla 3
Funciones en Matlab

Funciones	Acciones
abs (x)	Valor absoluto o módulo de un número complejo
acos (x)	Arco coseno
acosh (x)	Arco coseno hiperbólico
ángulo (x)	Ángulo de un número complejo
asin (x)	Arco seno
asinh (x)	Arco sinusoidal hiperbólico
atan (x)	Arco tangente
atan2 (x, y)	Arco tangente en cuatro cuadrantes
atanh (x)	Arco tangente hiperbólico
ceil (x)	Redondea a entero hacia más infinito
conj (x)	Complejo conjugado
cos (x)	Coseno
cosh (x)	Coseno hiperbólico
exp (x)	Exponencial
fix (x)	Redondea a un número entero hacia cero
floor (x)	Redondea a entero la dirección de menos infinito
imag (x)	Parte imaginaria de un número complejo
log (x)	Logaritmo natural
log10 (x)	Logaritmo en base 10
real (x)	Parte real de un número complejo
rem (x, y)	Resto de la división de x por y
round (x)	Redondea al siguiente número entero
sign (x)	Función de signo: devuelve el signo de argumento
sin (x)	Seno
sinh (x)	Seno hiperbólico
sqrt (x)	Raíz cuadrada
tan (x)	Tangente
tanh (x)	Tangente hiperbólica

Nota: Principales funciones del Matlab. Fuente: Matlab, 2002.

2.1.2 Comandos principales.

Comando help: El comando help es la forma más sencilla de obtener ayuda si conoce exactamente el tema sobre el que necesita información. Por ejemplo:

```
>> help sqrt
```

```
SQRT Square root.
```

```
SQRT(X) is the square root of the elements of X. Complex
```

```
Results are produced if X is not positive.
```

```
See also SQRTM.
```

Comando lookfor: Si bien el comando help le permite obtener ayuda, es posible que no sea la forma más conveniente, a menos de que sepa el tema exacto sobre el que necesita información. Para hacer esto, el comando lookfor proporciona ayuda al buscar en toda la primera línea temas de ayuda y devolver aquellos que contienen las palabras clave que ha especificado. Lo más importante es que la palabra clave no tiene que ser un comando Matlab. Por ejemplo:

```
>> lookfor complex
```

```
Ctranspose.m: %' Complex conjugate transpose.
```

```
complex Construct complex result from real and imaginary parts.
```

```
conj Complex conjugate.
```

```
cplxpair Sort numbers into complex conjugate pairs.
```

```
imag Complex imaginary part.
```

```
real Complex real part.
```

```
cdf2rdf Complex diagonal form to real block diagonal form.
```

```
rsf2csf Real block diagonal form to complex diagonal form.
```

```
Cplxdemo.m %% Functions of Complex Variables
```

cplxgrid	Polar coordinate complex grid
cplxmap	Plot a function of a complex variable.
grafcplx	Demonstrates complex function plots in MATLAB.
ctranspose.m:	% Complex conjugate transpose.
ctranspose.m:	% Complex conjugate transpose.
smoke	Complex matrix with a “smoke ring” pseudospectrum.

Comandos para gráficos: Los gráficos son una poderosa ayuda visual para interpretar datos. Matlab tiene una gran cantidad de instalaciones gráficas, que se utilizan para trazar (generar dibujos gráficos) a través de funciones y comandos. Es posible obtener gráficos bidimensionales o tridimensionales con cualquier tipo de escala y coordenada.

Algunos comandos comunes para trazar gráficos bidimensionales son:

Tabla 4
Comandos de gráficos en Matlab

Comando	Acciones
plot	trama lineal
loglog	Gráfico en escala logarítmica
semilogx	Gráfico en escala semilogarítmica (eje x).
semilogy	Gráfico de escala semilogarítmica (eje y).
fill	Dibujar polígono 2D.
polar	Gráfico de coordenadas polares
bar	Gráfico de barras
stem	Gráfico de secuencia discreta
stairs	Escalera gráfica
hist	Histograma
rose	Histograma en ángulo
compass	Gráfico en forma de compas
feather	Gráfico en forma de pluma
fplot	Gráfico de la función
comet	Gráfico de la trayectoria del cometa

Nota: Principales comandos de gráfico del MATLAB. Fuente: Matlab, 2002.

2.1.3 Manipulación de matrices.

Matlab, esencialmente, funciona con un tipo de objeto: una matriz numérica rectangular que puede contener elementos complejos. Tenga en cuenta que un escalar es una matriz de dimensión 1x1 y que un vector es una matriz que tiene solo una fila o una columna.

El método más sencillo para introducir pequeñas matrices en Matlab es utilizar una lista explícita. Los elementos de cada fila de la matriz están separados por espacios en blanco o comas y las columnas están separadas por punto y coma, colocando corchetes alrededor del grupo de elementos que componen la matriz con el fin de acotarla.

Tabla 5
Matrices elementales

Tipo de matriz	Comandos
Matriz de identidad	eye (n)
Matriz nula	zeros (m ,n)
Matriz con todos elementos iguales a 1	ones (m, n)
Matriz aleatoria	rnd (m, n)

Nota: Se presenta las matrices y comandos elementales. Fuente: Matlab, 2002.

2.2 Cabri

“Cabri Geometry II Plus es una herramienta matemática extremadamente poderosa para usar en escuelas secundarias y más allá. Los usuarios pueden crear construcciones dinámicas en pantalla que luego pueden manipularse para probar predicciones y probar reglas” (Vicent, 1999, p. 39).

El software también se presta a actividades experimentales e investigativas que serían prácticamente imposibles con los conjuntos de geometría tradicionales. Los elementos de la construcción se pueden ocultar o eliminar, se puede agregar texto y el área

de trabajo en pantalla tiene un útil sistema interactivo que ayuda a los estudiantes durante el trabajo de construcción. Los maestros pueden grabar sesiones de alumnos para futuras reproducciones y análisis.

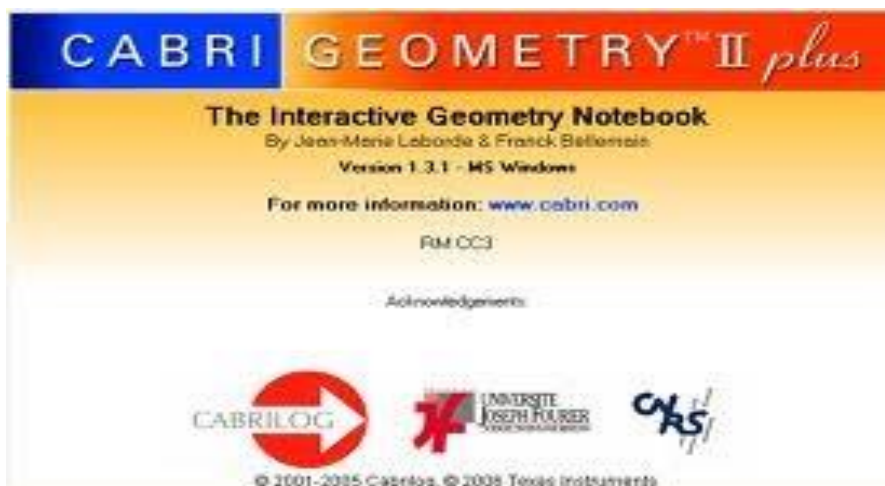


Figura 3. Presentación del Cabri Geometry II. Fuente: Manual del Cabri Geometry, 2003.

2.2.1 Características de Cabri.

Cabri Geometry II Plus puede ser instalado en todas las computadoras sin ningún problema. No fue necesario modificar la configuración de los monitores. El software no tiene un programa de desinstalación integral, pero se puede desinstalar sin dificultad mediante el Panel de control. El software respondió de inmediato a los comandos sin demora.

Cabri Geometry II Plus ofrece una oportunidad para que todos los estudiantes generen fácilmente formas geométricas bastante sofisticadas. Estas formas pueden modificarse dinámicamente para facilitar la enseñanza de incluso los conceptos más incómodos. El software proporciona al maestro de aula un medio que es mucho más accesible que el método tradicional de brújulas, papel y regla que puede llevar tanto tiempo (Vicent, 1999, p. 51).

El producto permite que incluso el estudiante más desafiado, con destreza, produzca un trabajo bastante sofisticado y, al mismo tiempo, ayuda a ese niño a obtener una idea de un concepto desafiante.

Se puede encontrar capacidad del título para generar formas intrincadas y luego manipularlas muy atractivas. Esto llega a trabajar con mucha más diligencia y con una mayor capacidad de atención de lo que se esperaría con un ejercicio tradicional en papel. Además, el maestro de aula tiene acceso a una excelente herramienta para usar en su enseñanza en el aula. Se vuelve bastante sencillo crear dibujos impresionantes que se puedan usar en la enseñanza de toda una clase mediante el uso de un proyector de datos.

El título era apropiado para la mayoría del componente de forma y espacio del Currículo Nacional de Matemáticas. Los objetivos clave de enseñanza y aprendizaje de las lecciones fueron cubrir los siguientes objetivos de logro: Comprender y usar las propiedades de posición, movimiento y traducción. "Se debe enseñar a los alumnos a agrandar formas por diferentes factores de escala; y determinar lugares geométricos de objetos usando una regla dada incluyendo el diseño de instrucciones para que una computadora produzca las formas y caminos deseados" (Vicent, 1999, p. 64).

Los iconos de control en el título tienen una etiqueta escrita y un símbolo pictórico. Esto permitió a aquellos miembros de la clase que trabajan en su segundo o incluso tercer idioma acceder fácilmente a la parte correcta del menú desplegable.

Prácticamente todos los miembros de la clase pudieron lanzar el software sin una guía significativa del maestro de la clase.

En cuanto la organización del aula, los miembros de la clase debían traer computadoras portátiles a la serie de lecciones y estar sentados en su orden normal dentro del aula. Pasar una copia del software por el aula es una tarea sencilla para que los

estudiantes pudieran instalarlo independientemente en los discos duros de sus computadoras portátiles.

Se introduce el software utilizando el proyector de datos incorporado en el aula para llevar a los niños a través del trabajo que quería que hicieran. Se proporciona una serie de hojas de trabajo para completar.

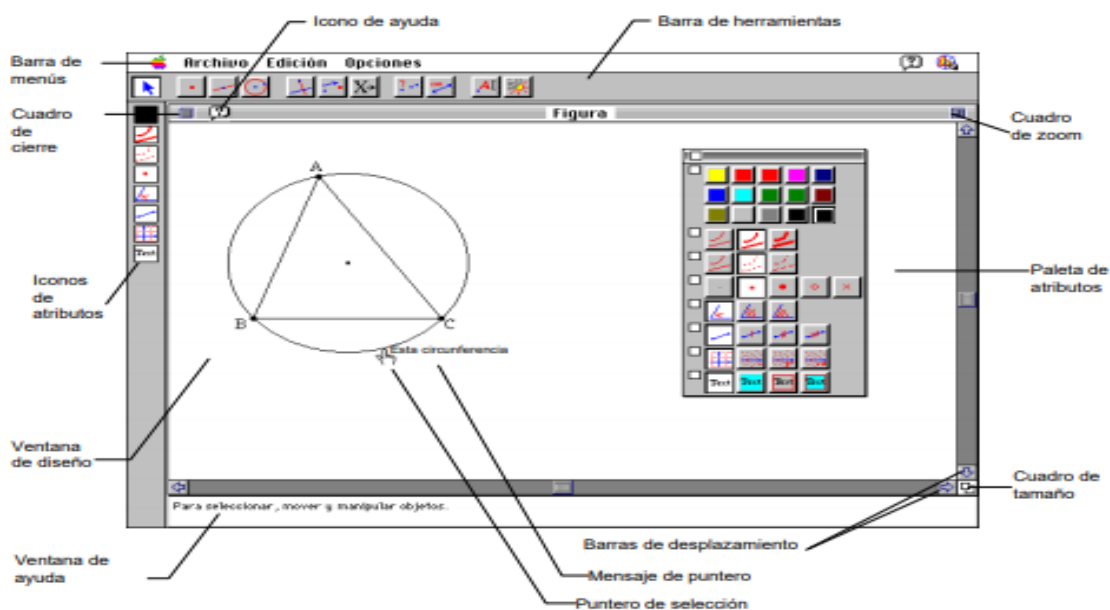


Figura 4. Elementos del Cabri Geometry II. Fuente: Manual del Cabri Geometry, 2003.

2.2.2 Funciones principales de Cabri.

Modelado realista: Las imágenes de fondo de Cabri y las imágenes adjuntas a los puntos dan vida a su geometría y permiten un modelado más realista. Con Cabri puede usar archivos JPEG compactos, en lugar de mapas de bits voluminosos. Además, estos gráficos se pueden transformar con imágenes intermedias que se muestran. Las imágenes de Cabri se pueden cambiar de tamaño dinámicamente.

Animación y Color: Se encuentran disponibles instalaciones de animación más potentes y posibilidades de color.

Locus más rápido y suave: Traza puntos suavemente para mostrar el camino del locus. Los loci son objetos dentro de Cabri. Existen puntos de intersección de locus. También es posible tener un lugar controlado por un punto en una cuadrícula.

Tecnología Smart Lines: La nueva tecnología "Smart Lines" ayuda a la claridad al mostrar solo las porciones de líneas necesarias si lo desea, para evitar el desorden en pantalla. Esto no solo es más ordenado, sino que ayuda a la concentración en los elementos esenciales y evita distracciones no deseadas. Alternativamente, las líneas y los objetos se pueden ocultar de la vista. Las puntas de flecha en los extremos de la parte visible de las líneas inteligentes indican su continuidad matemática. Son inteligentes porque se adaptan de manera inteligente a las necesidades de la construcción. Si las líneas inteligentes se mueven para que ocurra una intersección, se extenderán para revelar esa intersección, por ejemplo. Solo se muestran las porciones necesarias.

Otras características nuevas:

- Edita coordenadas de punto y ecuaciones de línea de forma interactiva
- Mejor zoom
- Mejores etiquetas
- Mejor edición
- Rotación definida por tres (3) puntos posibles
- Grabación de sesión y descripción textual
- Guardar parámetros de animación y configuraciones de usuario.

2.3 Wólffram Mathematica

Mathematica es un software matemático de propósito general con una amplia gama de funcionalidades con gráficos, geométricos (2-D y 3-D), numérico, simbólico, financiero y estadístico. Permite la visualización y la computación de forma colaborativa, los

estudiantes pueden obtener bancos de datos de la vida real y convertir un lenguaje matemático complejo en conversaciones cotidianas. Mathematica prepara a los estudiantes con herramientas que son estándar de la industria.

“Es ampliamente utilizado en universidades de todo el mundo, proporciona mediante una descarga o imagen con licencia. Mathematica Online también está disponible. Ambas versiones están disponibles para escuelas, profesores y estudiantes” (Manual de Wolfram, 2009, p. 18).

2.3.1 Instrucciones, análisis de datos y diversos tratamientos.

Es de propósito general con una amplia gama de funcionalidades que incluyen gráficos, geométricos (2-D y 3-D), numéricos, simbólicos, financieros y estadísticos. Permite la visualización y la computación de forma colaborativa. Los estudiantes pueden obtener bancos de datos de la vida real y convertir un lenguaje matemático complejo en conversaciones cotidianas. Se proporciona mediante una descarga o imagen con licencia. Mathematica Online también está disponible. Ambas versiones están disponibles para escuelas, profesores y estudiantes. Ofrece y permite operar los comandos con mucha facilidad, los cuales pueden ser orientados a los trabajos específicos por estudiantes de nivel primario, secundario y superior, ofreciendo unas presentaciones en forma intuitiva que permite orientar al estudiante.

Ventana de inicio:



Figura 5. Ventana inicio Wolfram. Fuente: Manual de Wólffram, 2009

Al inicio de la utilización de Wolfram Mathematica, aparecen varias ventanas, en la parte superior se muestra la barra de menús, abarcando todo el ancho de nuestra pantalla; en la parte inferior está la ventana de inicio, las cuales permiten empezar a trabajar en el software; luego, en el lado derecho hay una ventana, llamada paleta, la que permite utilizar las herramientas básicas para comenzar el trabajo.

La barra de menús presenta herramientas a utilizar en el desarrollo y resolución de problemas en Mathematica. Son las opciones que casi siempre se presentan en estas aplicaciones, como archivo, edición, celdas, gráficos, etc. Cada uno con opciones que nos facilitarán el uso del programas y mejorarán nuestra experiencia.

Las paletas en casi todos los programas manejan barras de herramientas con muchas opciones para mejorar y agilizar los procedimientos creados para tal fin.

El asistente Básico Matemática maneja comandos básicos que son utilizados en las funciones, como son las constantes universales (π , e), funciones numéricas (exponente, valor absoluto, raíz cuadrada), funciones elementales (e^x , Sinh, Cosh, Log x), funciones trigonométricas, derivadas e integrales.

2.4 Geogebra

Las pautas de hoy para enseñar matemáticas indican el importante papel de las técnicas de visualización. Como respuesta a estas necesidades, se crearon muchas aplicaciones de software para construir construcciones geométricas y resolver problemas analíticos y algebraicos.

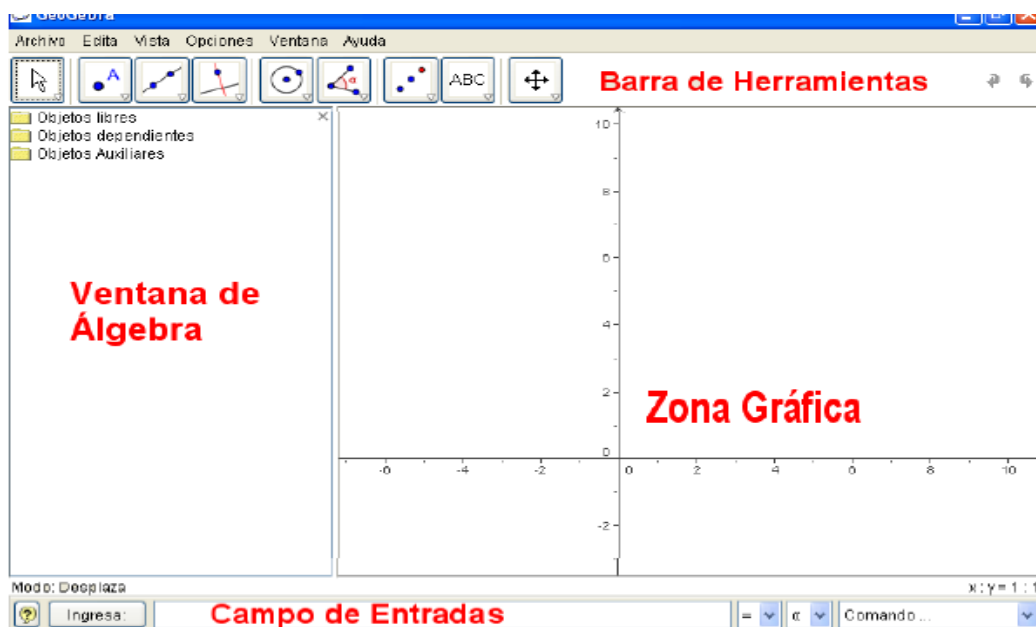


Figura 6. Ventana Inicio Geogebra. Fuente: Manual de Geogebra, 2001.

GeoGebra es un software matemático dinámico que reúne geometría, álgebra, hojas de cálculo, gráficas y estadísticas en un paquete fácil de usar. En su versión actual, presenta CAS y ventanas 3D, permitiendo manipulaciones algebraicas y construcciones tridimensionales que antes no eran posibles, algo que estimuló su uso en este trabajo. El diferencial de trabajar con GeoGebra es que permite la enseñanza de un abanico considerable de contenidos matemáticos, además de poder realizar construcciones de figuras con animación en el propio software, teniendo acceso a herramientas de texto e incluso una hoja de cálculo. Con todas estas ventajas, GeoGebra se ha convertido en uno

de los principales software de matemáticas dinámicas, utilizado en la enseñanza en todo el mundo.

2.4.1 Instrucciones, análisis de datos y diversos tratamientos.

Formas de trabajar con Geogebra:

La idea principal de usar Geogebra en la enseñanza y el aprendizaje de todos los días es proporcionar oportunidades a los estudiantes de diferentes habilidades y niveles matemáticos para comprender mejor los conceptos y fomentar que hagan matemáticas de una manera nueva y atractiva.

Principales operaciones

Las operaciones proporcionan condiciones para que los estudiantes desarrollen las siguientes habilidades:

- Comprender las nociones y proposiciones primitivas.
- Comprender las definiciones y propiedades relacionadas con segmento, rayo, punto medio, semiplano, ángulo y bisectriz de un ángulo.

Para ello, se explorarán actividades que permitan el desarrollo de las siguientes habilidades:

- Saber qué es una proposición, postulado, axioma y teorema.
- Comprender los postulados de existencia, determinación e inclusión.
- Saber relacionar las diferentes representaciones del punto, recto y plano.
- Saber qué es un segmento de línea y reconocer sus diferentes representaciones.
- Saber diferenciar segmentos consecutivos, segmentos colineales y segmentos adyacentes.
- Conocer y saber utilizar el postulado de transporte de segmentos.
- Saber qué es un semirrectal, conocer sus diferentes representaciones.

- Sepa cuál es el punto medio de un segmento y cómo determinarlo, utilizando una regla y un compás.
- Sepa qué es un semiplano y reconozca sus diferentes representaciones.
- Sepa qué es un ángulo y mídelo con un transportador.

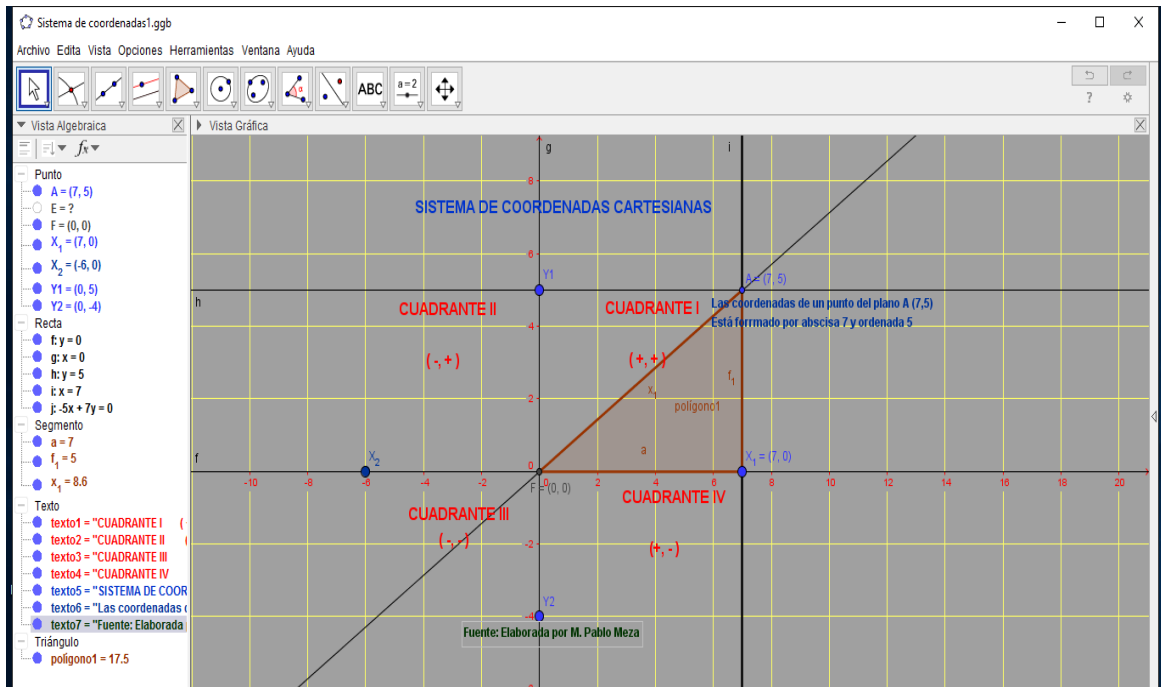


Figura 7. Operaciones en Geogebra. Fuente: Manual de Geogebra, 2001.

Por lo tanto, nos permiten realizar diversas operaciones sobre funciones y otros temas matemáticos orientadas a todos los niveles educativos, es decir, a primaria, secundaria y superior, permitiendo la manipulación de expresiones algebraicas y la construcción en forma sencilla en formato tridimensional, estimulando y generando expectativas y motivación entre los estudiantes en la resolución de problemas de tipo matemáticos; por ejemplo, para determinar la distancia entre dos puntos determinados en área geométrica, tenemos:


Definiciones fundamentales	Lugar geométrico	Ecuación matemática
<p>Para hallar la distancia entre los puntos $A(x_1; y_1)$ y $B(x_2; y_2)$ del plano P.</p> <p>Aplicamos Pitágoras en función de las coordenadas de los puntos dados.</p>		<p>La distancia entre los puntos $A(x_1; y_1)$ y $B(x_2; y_2)$ del plano P, se determina mediante la expresión matemática</p> $d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$

Figura 8. Determinación de distancia de dos puntos. Fuente: Manual de Geogebra, 2001.

Capítulo III

Gráficos con Matlab y Geogebra

3.1 Representación gráficas simples

Curricularmente las gráficas de las funciones en el Sistema Educativo Nacional son abordadas en el nivel básico, iniciando en la educación secundaria, como lo indican el Plan y el Programa de estudios elaborados por el MINEDU para la educación primaria y secundaria.

Es importante mencionar que en la educación primaria las gráficas de las funciones no son consideradas curricularmente, pero a cambio se realizan ciertos tratamientos temáticos sobre gráficas sin hacer alusión explícitamente al concepto de función.

3.2 Graficas con Matlab

Los gráficos son una poderosa ayuda visual para interpretar datos. Matlab tiene una gran cantidad de instalaciones gráficas, que se utilizan para trazar (generar dibujos gráficos) a través de funciones y comandos. Es posible obtener gráficos bidimensionales o tridimensionales con cualquier tipo de escala y coordenada.

Algunos comandos comunes para trazar gráficos bidimensionales son:

Comando Plot: El comando de trazado es el comando más común para trazar datos bidimensionales.

Ejemplo:

Grafica la función $x^2 + 1$

```
x= -10:0.5:10;
```

```
y=x^2+1;
```

```
plot (x, y);
```

Podemos utilizar algunos comandos para mejorar la apariencia de nuestro gráfico:

título (incluye un título al gráfico), xlabel (permite identificar el eje de abscisas del gráfico) e ylabel (permite identificar el eje de abscisas del gráfico).

```
title('Grafico da funcao x^2=1')
```

```
xlabel('x')
```

```
ylabel('y')
```

Como resultado, Matlab nos devuelve a una ventana con el siguiente gráfico:

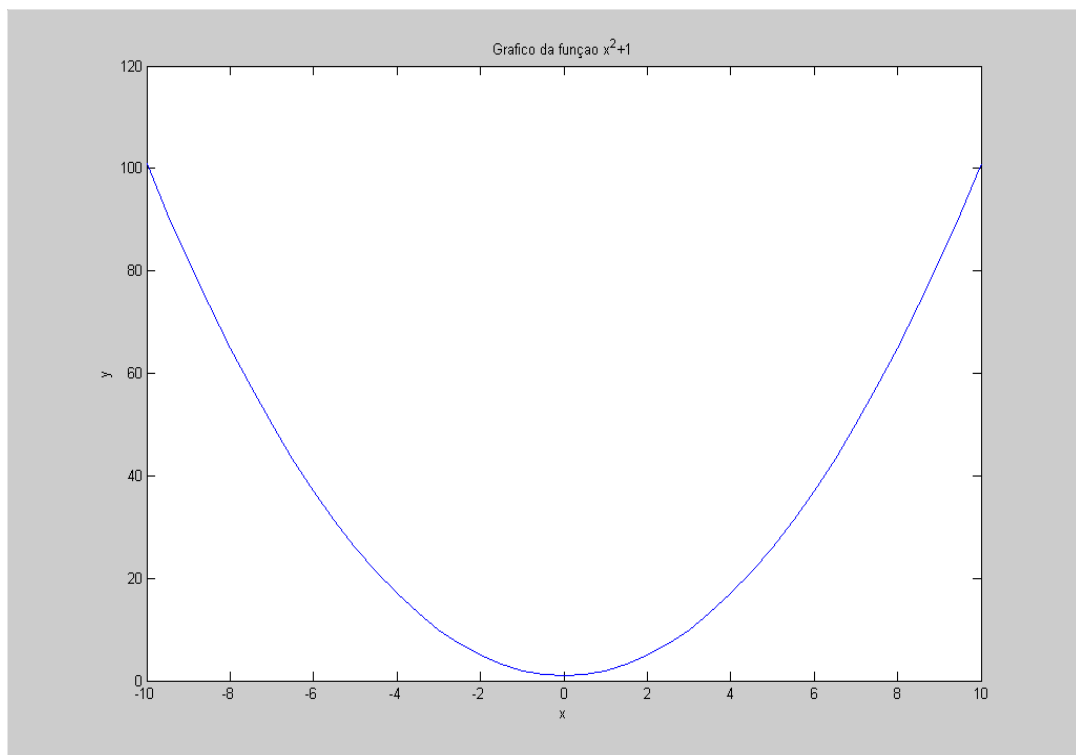


Figura 9. Utilización de comando plot en Matlab. Fuente: Matlab, 2002.

Es posible dibujar más de una función en el mismo gráfico. Hay dos modos: uno a través del comando de trazado y el otro mediante el comando de retención.

Por ejemplo, podemos generar las funciones $\sin(x)$, $\cos(x)$ y $\sin(2x)$ en la misma gráfica.

```
x= 0:PI/100:6*pi;
```

```
y1=sin (x);
```

```
y2=cos(x);
```

```
y3=sin (2*x);
```

```
plot (x,y1,x,y2,x,y3);
```

```
title ('Gráfico de funciones sen(x), cos(x), sen(2x)')
```

```
xlabel ('x')
```

```
ylabel ('y')
```

Generando el gráfico siguiente:

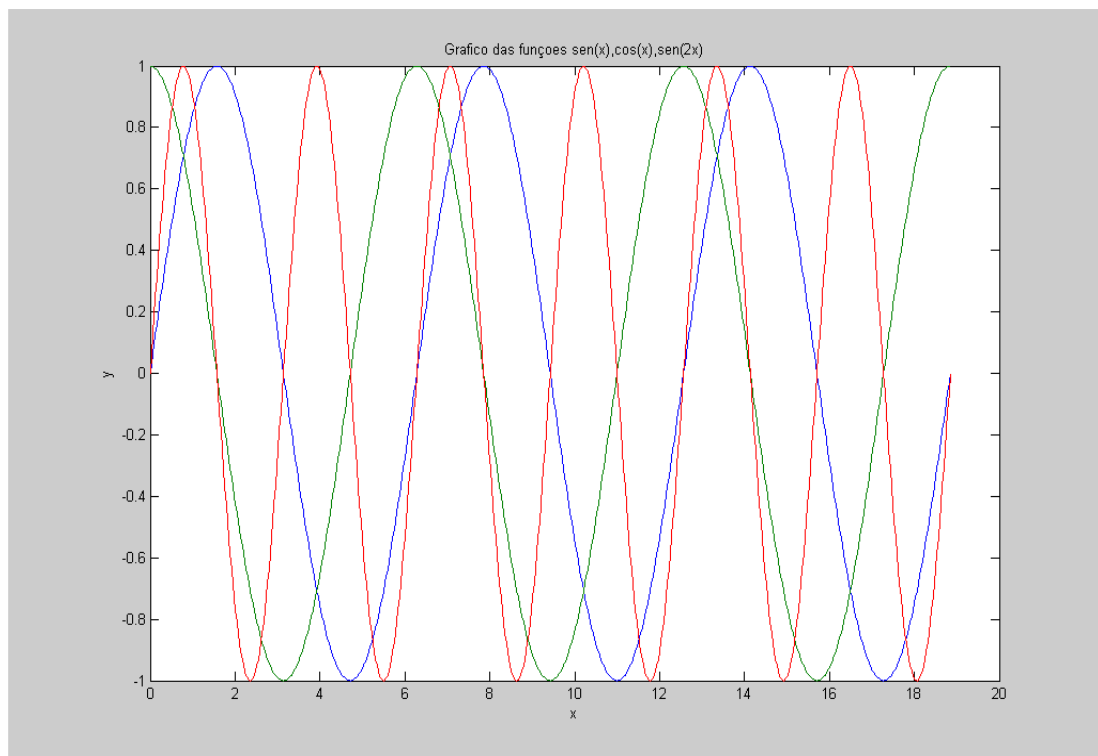


Figura 10. Utilización de varios comandos plot en Matlab. Fuente: Matlab, 2002.

Comando subplot: Es posible colocar más de un conjunto de ejes en la misma figura, creando así múltiples diagramas. Los subdiagramas se crean mediante el comando subplot:

```
subplot(m,n,p)
```

Donde m denota el número de líneas y n el número de columnas que desea dividir la ventana gráfica; p indica cuál de las subdivisiones recibirá el gráfico deseado.

Ejemplo:

Grafique las funciones $\sin(x)$ y $\cos(x)$, con $x = -\pi: \pi/20: \pi$, en la misma ventana, pero en gráficos separados, usando el comando subplot para dividir la ventana en dos subgráficos.

```
Subplot (2,1,1)
```

```
x=-pi:pi/20:pi;
```

```
y= sin(x);
```

```
plot (x,y)
```

```
title('Subdiagrama 1');
```

```
subplot (2,1,2);
```

```
x=-pi:pi/20:pi;
```

```
y= cos (x);
```

```
plot (x,y)
```

```
title ('Subdiagrama 2');
```

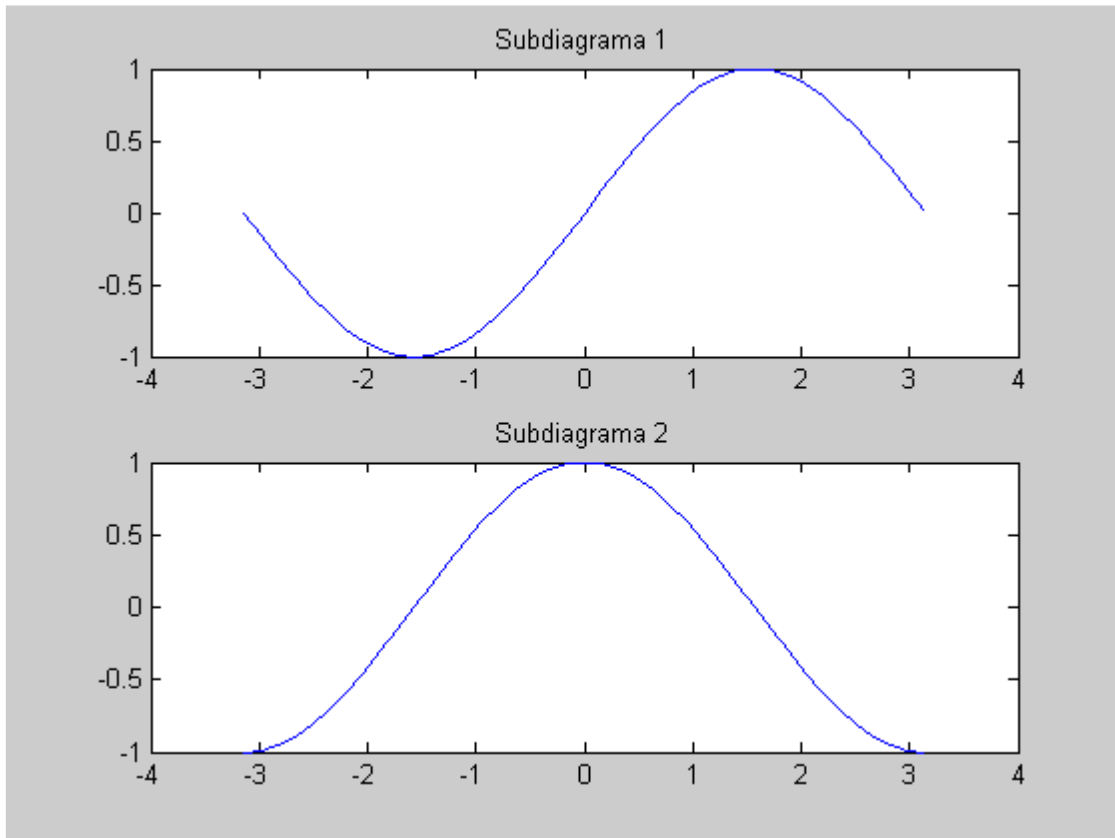


Figura 11. Utilización de comando subplot en Matlab. Fuente: Matlab, 2002.

Coordenadas polares: Matlab tiene una función llamada polar que está diseñada para dibujar datos usando coordenadas polares. Su forma básica es:

`polar(theta,r)`

Ejemplo:

Cardioides

El cardioides se puede expresar mediante coordenadas polares: $r = 2(1 + \cos \theta)$

Utilizando el comando polar, plot y cardioides.

```
theta = 0:pi/50:2*pi;
```

```
r=2*(1+cos(theta));
```

```
polar(theta,r,'r');
```

```
title('Cardioides en Coordenadas Polares');
```

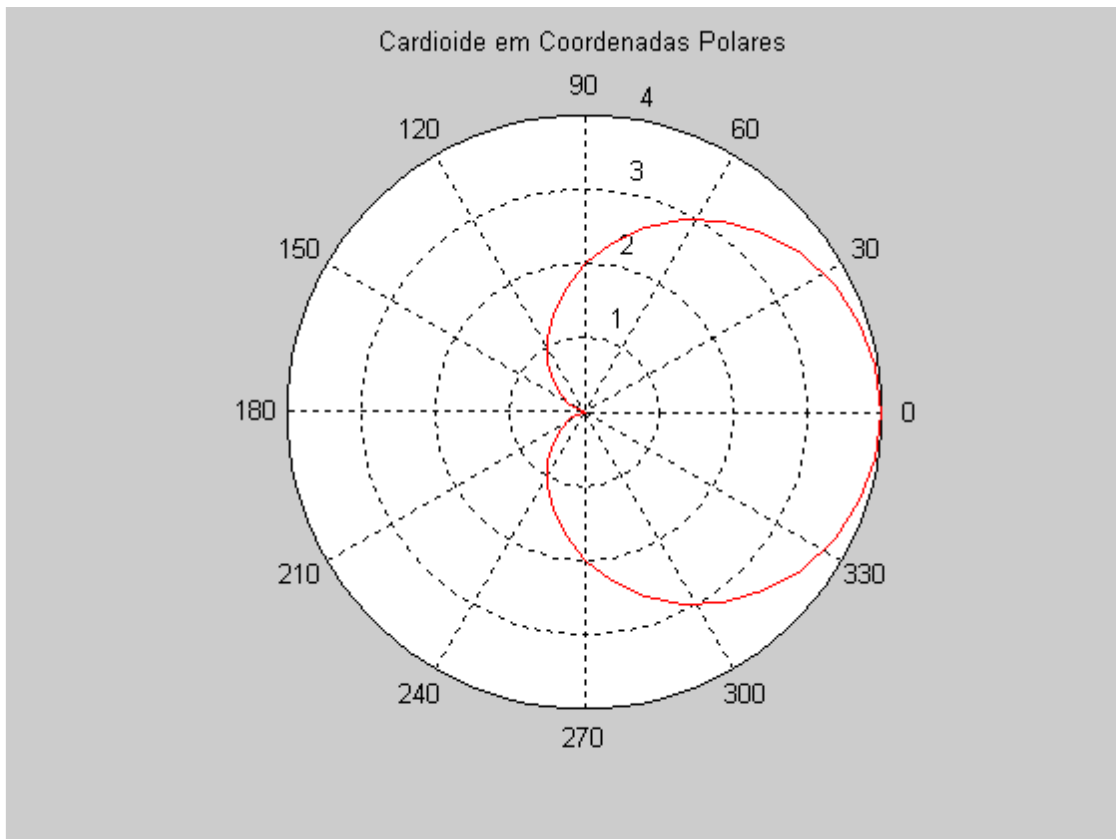


Figura 12. Utilización de comando polar en Matlab. Fuente: Matlab, 2002.

Curvas paramétricas: La forma paramétrica de una curva plana se puede describir utilizando el siguiente par de funciones:

$$x = f(t)$$

$$y = g(t)$$

Ejemplo Círculo

$$t = -6*\pi:\pi/100:6*\pi;$$

$$x = \cos(t);$$

$$y = \sin(t);$$

$$\text{plot}(x,y);$$

$$\text{axis square}$$

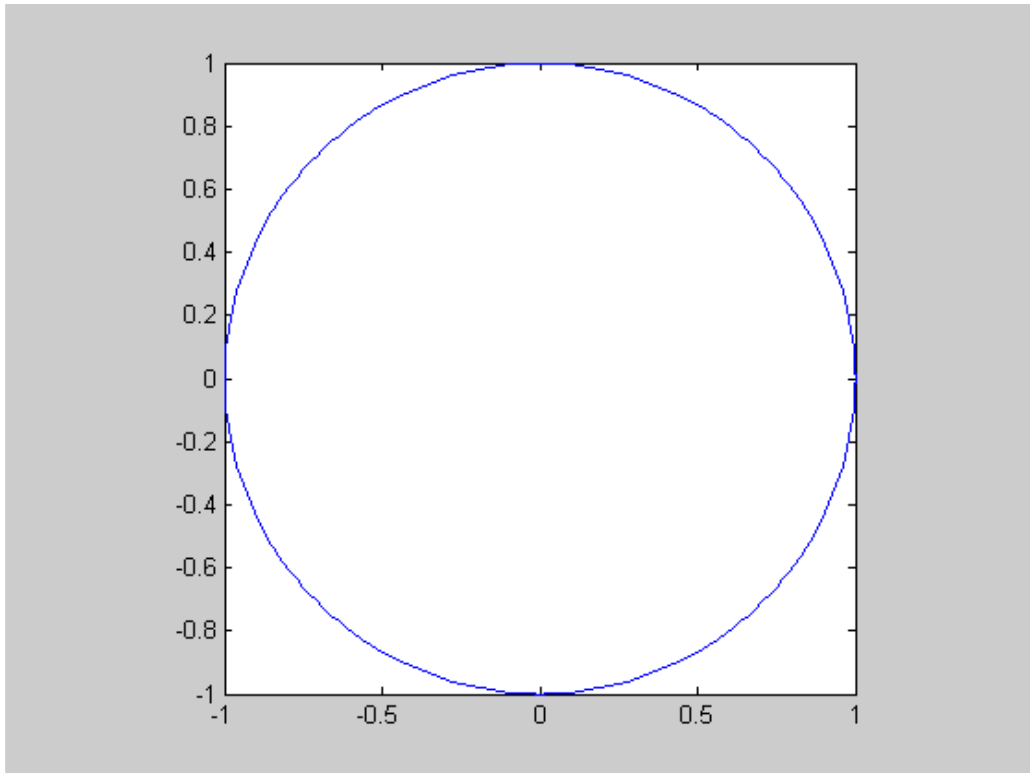


Figura 13. Utilización de comando axis square en Matlab. Fuente: Matlab, 2002.

3.3 Gráficas con Geogebra

Establecemos las siguientes opciones por defecto:

- Recomendar usar la rejilla. Permite localizar y representar objetos. Seleccionamos y la activamos.
- Debe estar activado el cajón de entrada.

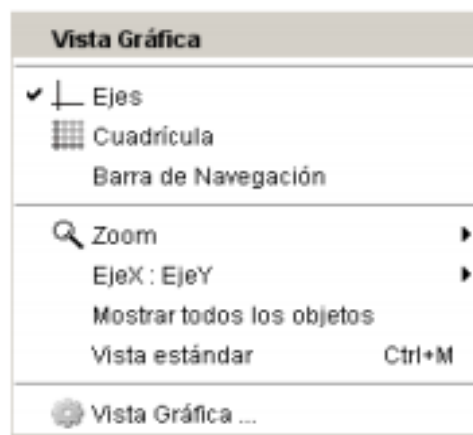


Figura 14. Gráficas en Geogebra. Fuente: Manual de Geogebra, 2001

Finalmente, queda así:

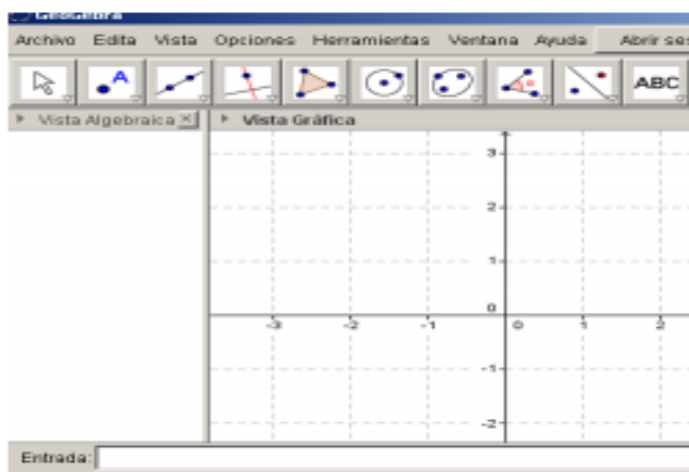


Figura 15. Operaciones en Geogebra. Fuente: Manual de Geogebra, 2001

Al activar la vista, se desplegarán las siguientes opciones:

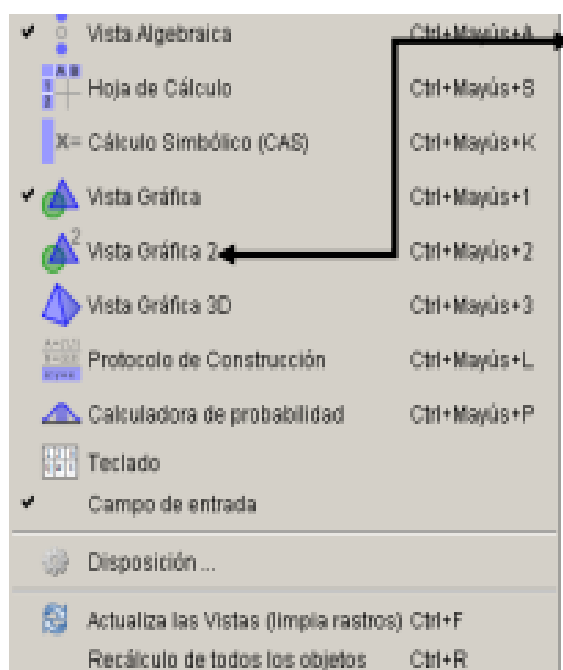


Figura 16. Vistas de gráficas en Geogebra. Fuente: Manual de Geogebra, 2001

Por lo que queda así:

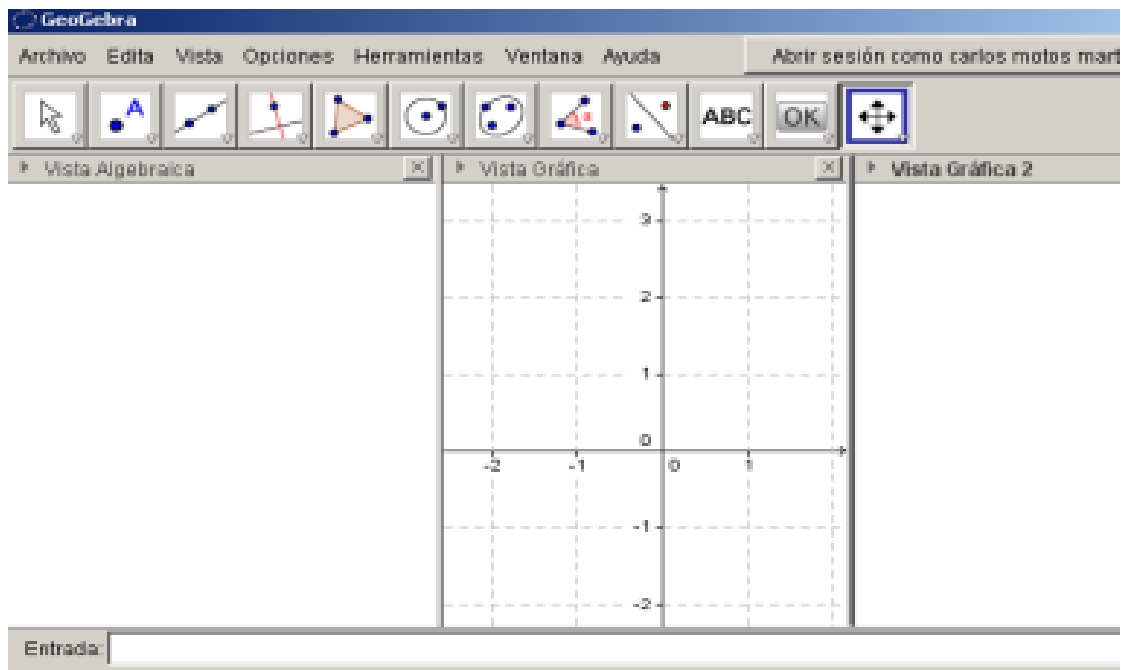


Figura 17. Sesión de gráficas en Geogebra. Fuente: Manual de Geogebra, 2001

Esta imagen es seleccionada y colocada en cualquier lugar del tapiz, luego se tiene un menú desplegable para seleccionar el archivo gráfico respectivo.

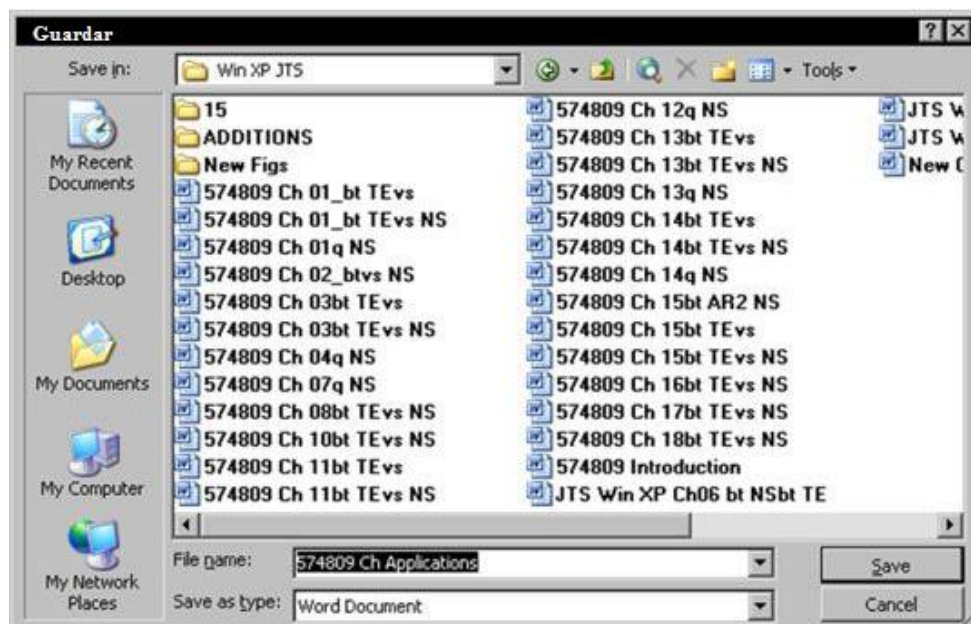


Figura 18. Selección de archivos gráficos. Fuente: Manual de Geogebra, 2001

Por lo que observamos el ingreso de un archivo que contiene las funciones matemáticas más importantes y la sintaxis estará a nuestra disposición en la vista algebraica.

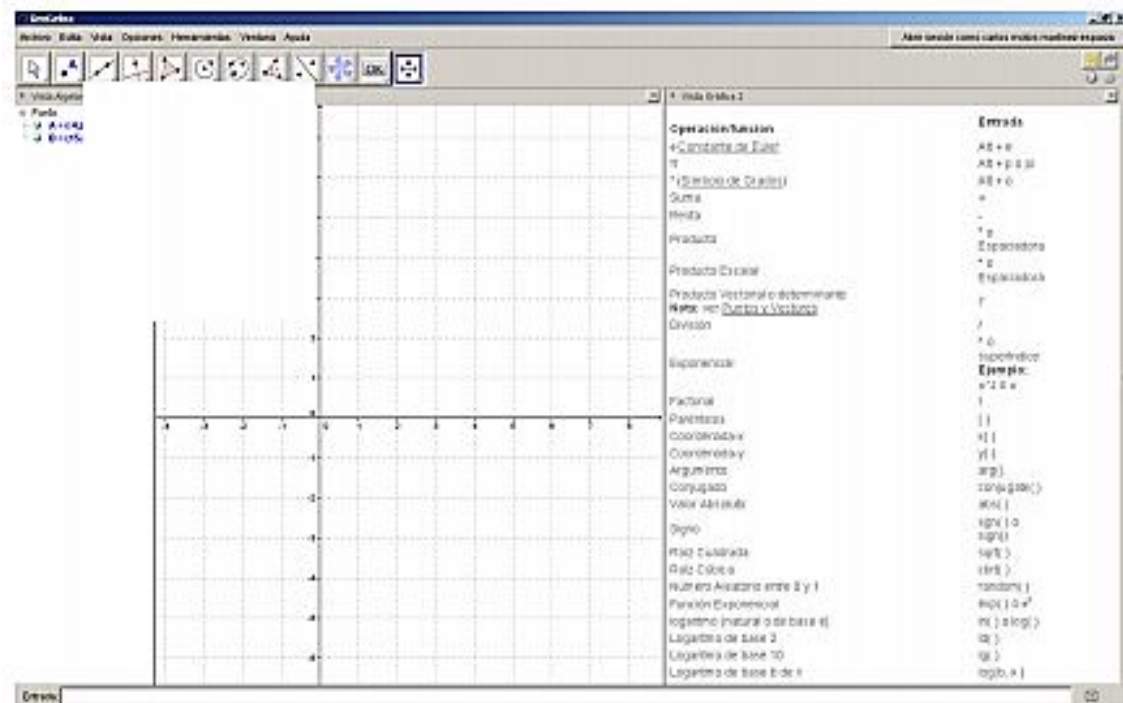


Figura 19. Vista algebraica de Geogebra. Fuente: Manual de Geogebra, 2001

Aplicación didáctica
Sesión de aprendizaje 1

Tema: Elaboración de gráficos: Matlab

I. Datos Generales

- 1.1 Área : Educación para el trabajo
 1.2 Curso : Informática
 1.3 Año y sección : 4to. A
 1.4 Tiempo : 2 horas
 1.5 Profesor : Núñez Coca, José Andrés
 1.6 Fecha : 18/06 /19

II. Tema transversal

Tema	Valores	Actitud
Educación para el trabajo	Respeto	Dispone confianza individual

III. Organizar el aprendizaje

Organizador	Contenidos	Conocimientos esperados
Comprende y aplica tecnologías	Definición de Matlab Principales características Comandos y operadores Elaboración de gráficos	Opera los principales comandos de Matlab al resolver problemas de funciones

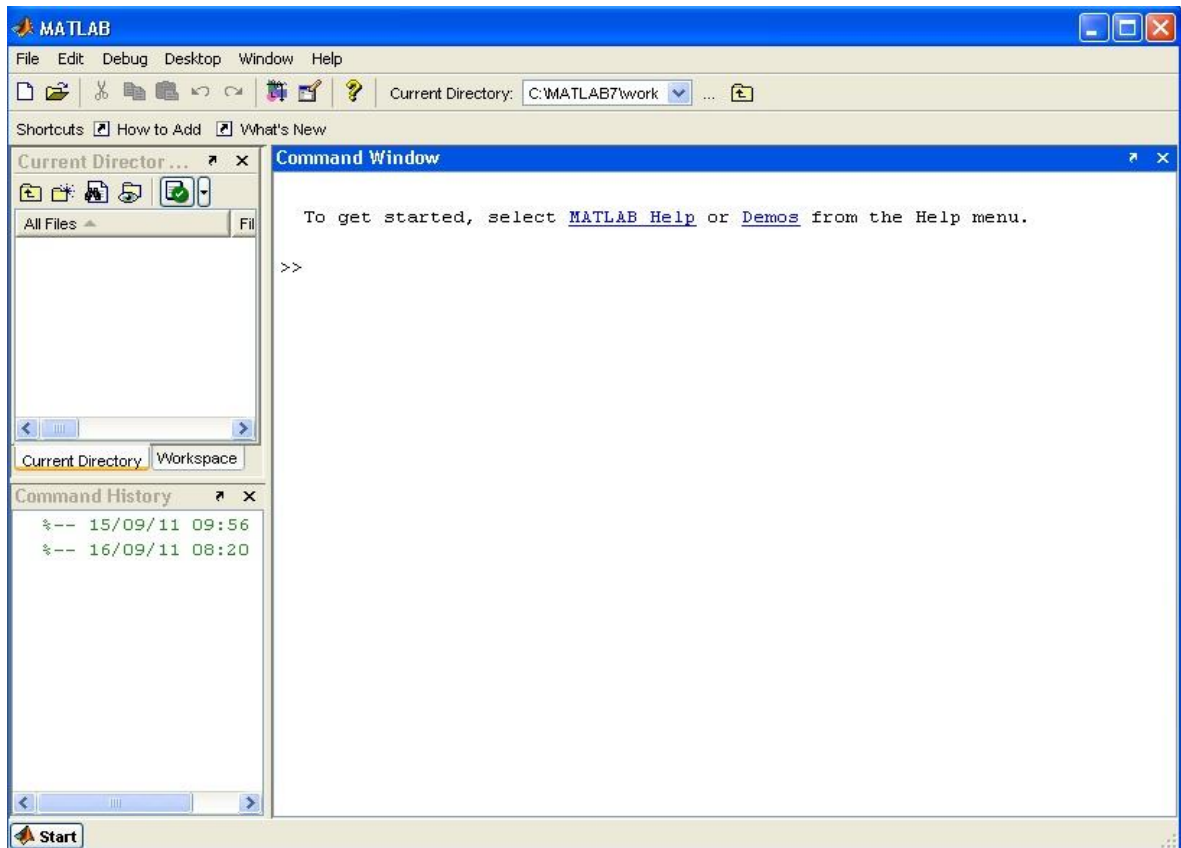
III. Secuencia didáctica

Tiempo	Fase	Estrategia de enseñanza	Materiales	Evaluación	
				Indicadores	Instrumento
18 min.	Organiza	Se saluda a los alumnos y se verifica la asistencia	Plumones Pizarra acrílica	Demuestra interés por el trabajo académico	Lista de cotejo
	Recupera saberes previos	Se plantea un problema		Analiza y se abstrae mediante el descubrimiento	
	Conflicto cognitivo	<p>Se formularán las siguientes interrogantes:</p> <p>¿Cómo realizar gráficos de funciones?</p> <p>¿Cómo se puede emplear tecnología en esta tarea?</p> <p>Los alumnos opinan al igual que el docente.</p> <p>Se argumenta las ideas.</p> <p>Con las opiniones, se concluye que es necesario emplear una aplicación matemática.</p> <p>Utilizar MATLAB en la elaboración de gráficos.</p>		<p>Muestra confianza en el manejo de aplicaciones matemáticas</p>	

Tiempo	Fase	Estrategias	Materiales	Evaluación	
				Indicadores	Instrumento
38 min	Construye conocimientos	Se desarrollan las prácticas dirigidas a la generación de gráficos a partir de una función matemática.	Computadora	Reconoce las características que tiene el Matlab	Lista de cotejo
16 min	Realiza la transferencia	Se emplea el Matlab y se despejan las dudas para utilizar este aplicativo. Se emplea una guía para seguir paso a paso y resolver los problemas propuestos.		Software	
10 min	Se obtiene la extensión metacognitiva	Se consolidará el aprendizaje mediante una autoevaluación realizada por los propios alumnos: ¿Qué sabía antes con respecto al aprendizaje de hoy? ¿Qué sé ahora? ¿Cómo lo aprendí? ¿Me sirve lo que aprendí? Si me falta lo aprendido, ¿cómo lo lograré?	Guía de laboratorio	La ficha de metacognición es respondida en forma positiva	

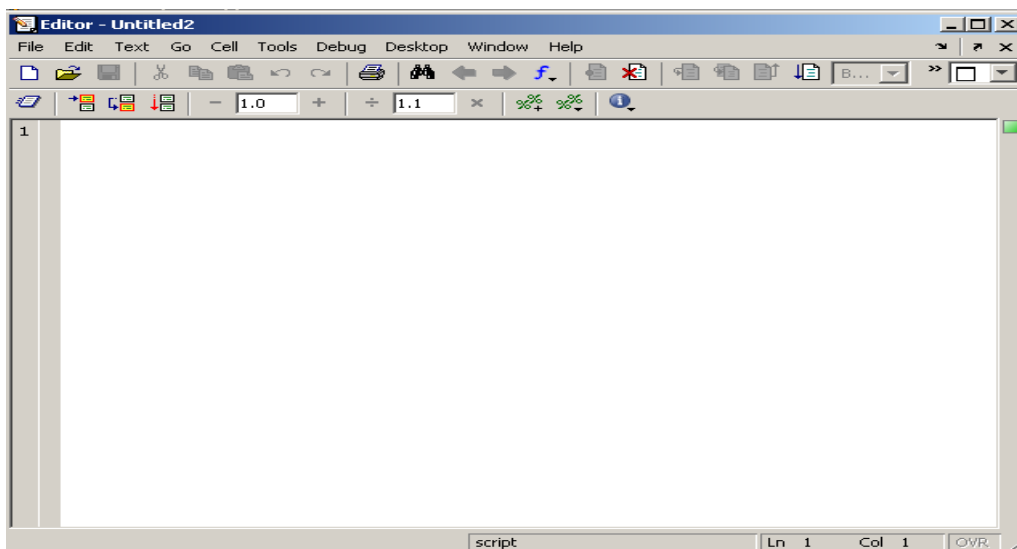
Laboratorio N° 1

1. Se debe entrar al software Matlab y luego al ambiente de programación

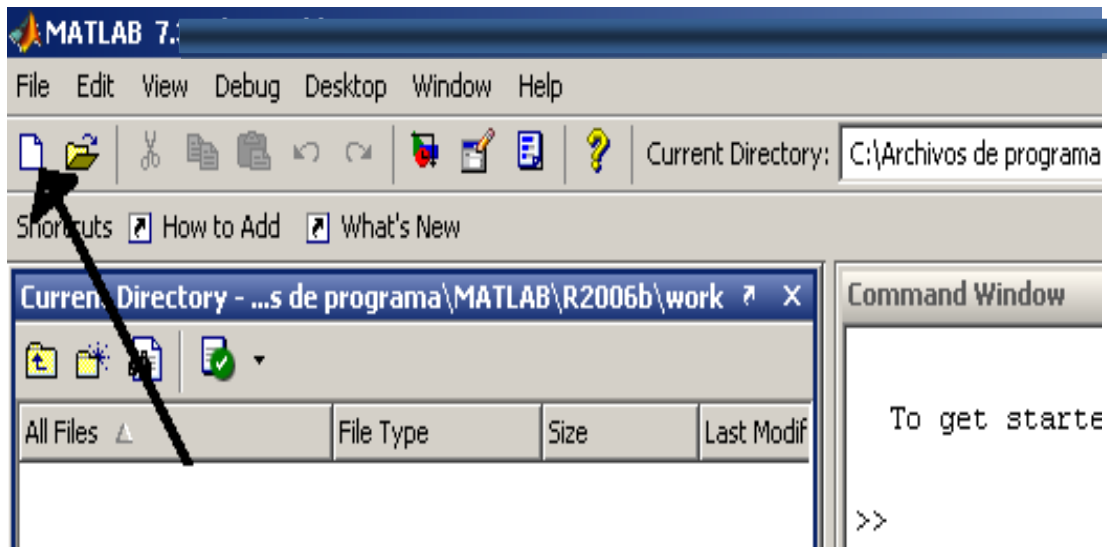


2. Ingresar a la pantalla principal y digitar las instrucciones correspondientes, las que se ejecutarán cuando se las invoque en la ventana principal.

A continuación, se tiene la siguiente interfase:



3. En la generación de un archivo nuevo .M, dar un clic sobre el icono de una hoja en blanco en el menú de herramientas para generar un nuevo archivo .m



4. Ya digitado el programa, guardarlo con cualquier nombre (si es “function”, guardarlo con su nombre), se almacena con la extensión .m

```

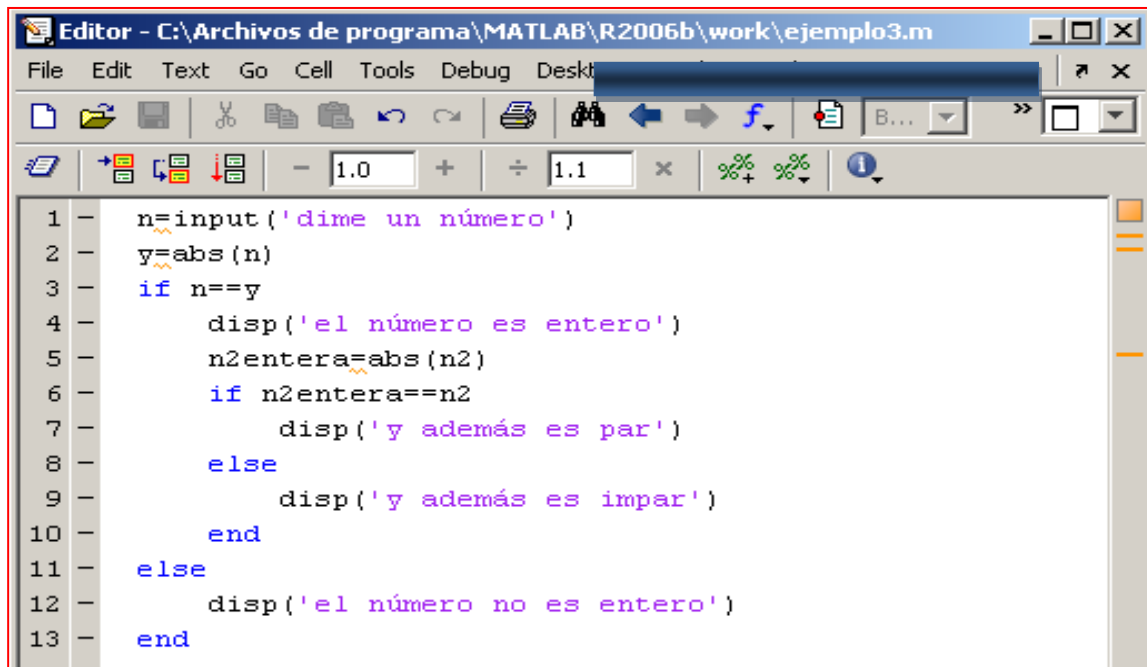
1 - numero=input('introduce un número:')
2 - disp(numero) % muestra sólo el valor de la variable
3 - disp('el número introducido es:') % muestra el texto

```

Diferencias entre Matlab y el editor

El editor permite ir por dos rutas distintas, la cual depende de las condiciones, en el Matlab el flujo es hacia abajo.

5. Generar un programa que permita al usuario introducir un número cualquiera, lo reconozca y lo muestre si es entero o es par o impar.



```
1 - n=input('dime un número')
2 - y=abs(n)
3 - if n==y
4 -     disp('el número es entero')
5 -     n2entera=abs(n2)
6 -     if n2entera==n2
7 -         disp('y además es par')
8 -     else
9 -         disp('y además es impar')
10 -    end
11 - else
12 -     disp('el número no es entero')
13 - end
```

Por cada comando if que se tiene, se debe terminar con su end respectivo; y si hay otro comando if dentro de este, también debe terminar con end.

Síntesis

Hay muchas más formas en que la tecnología se puede utilizar para enseñar matemáticas. Estos incluyen establecer diversas tareas para enseñar álgebra y mantener diarios de matemáticas reflexivos utilizando software de procesamiento de textos. Cada una de estas actividades lleva más tiempo que hacer que los alumnos usen software educativo o libros de trabajo, pero los resultados son mucho más ricos. Al integrar la tecnología de esta manera, los estudiantes aumentan sus habilidades matemáticas mientras aprenden el potencial de la tecnología y desarrollan sus propias habilidades informáticas.

Proporcionamos algunos y quizás los más utilizados software matemáticos y los pasos necesarios como evidencia de que didácticamente aumenta las habilidades matemáticas. Además, el uso de este software proporciona una comprensión conceptual y significativa para el estudiante. De hecho, la utilización de las TIC y, en particular, el uso de instalaciones interactivas de software matemático en la enseñanza y el aprendizaje proporciona un nuevo desafío tanto para los educadores de matemáticas como para los estudiantes.

Apreciación crítica y sugerencias

Los software matemáticos como Maple, Matlab, Geogebra, Derive, Cabri, Wolfram y Mathematica pueden usarse como asistentes poderosos para realizar manipulaciones y cálculos de símbolos en álgebra y cálculo. Este trabajo solo muestra cómo el software matemático se puede emplear para ayudar a comprender los aspectos teóricos y computacionales de algunos temas que están disponibles en las computadoras.

El cambio tecnológico es dinámico, por lo que sugerimos estar permanentemente preparados y actualizados sobre los software matemáticos, especialmente los que se van integrando al mercado educativo.

Se debe facilitar el uso de estos software para potenciar el aprendizaje de las matemáticas a todo nivel educativo.

Referencias

- Álvarez, R. (2014). *Matlab, aplicaciones a las matemáticas básicas*. Universidad de Medellín, Colombia. Sello editorial de la Universidad de Medellín.
- Álvarez, R. (2006). *Software de Aplicación*. Universidad de Medellín, Colombia. Sello editorial de la Universidad de Medellín.
- Cabri Geometry, (2006). *Manual Operativo*. USA. Editorial Research Gate.
- Cordero, A. (2005). *Métodos Numéricos con Matlab*. España. Editorial Universidad Politécnica de Valencia.
- Escalante, R. (2006). *Curso introductorio de Matlab*. Venezuela. Editorial equinoccio. Universidad Simón Bolívar.
- Gallego, R. (2013). *Introducción al MATLAB para economistas*. Universidad Rey Juan Carlos. España. Ed. Servicio de publicaciones.
- García, J. y Aranda, T. (1999). *Notas sobre Matlab. Textos universitarios Uniuno*. España. Ed. Servicio de publicaciones, Universidad de Oviedo.
- Gilat, A. (2005). *Matlab: Una introducción con ejemplos prácticos*. España. Editorial Reverté, S.A. Barcelona.
- Horton, R.M., Storm, J., y Leonard, W. H. (2004). *The Graphing Calculator as an Aid to Teaching Algebra*. Contemporary Issues in Technology and Teacher Education, 4(2), 152–162.
- Manual de GeoGebra (2005), *GeoGebra avanzado*. USA. Ediciones Research Gate.
- Marquez, P. (2007). *Los Software Educativos*. Recuperado de <http://www.ucm,e/info/multidoc/multidoc/revista/num8/.html>.

- Matlab, (2006), *Edición del estudiante, Guía del usuario. The Math Works, Inc.* Prentice Hall. Impreso en España.
- Mora, D. (2002). *Didáctica de las matemáticas*. Caracas. Venezuela. Ediciones de la Biblioteca de la Universidad Central de Venezuela.
- Pérez, C. (2012). *Matlab y sus aplicaciones en las ciencias y la ingeniería*. Madrid, España. Pearson Educación S.A.
- Quíntela, P. (2000). *Matemáticas en Ingeniería con MATLAB*. Universidad de Santiago de Compostela. España. Edita servicio de publicaciones de la Universidad Santiago de Compostela.
- Robles, A. y García, J. (2006). *Métodos numéricos en Ingeniería. Prácticas con MATLAB*. Chile. Ediciones de la Universidad de Chile.
- Rodríguez, R. (2002). *Gráficas con Matlab*. Recuperado de <http://www.mat.ucm.es/~rrdelrio/documentos/rrrescorial2002.pdf>
- Vargas, M. (2005). *Tutorial de Introducción a Matlab*. Recuperado de <http://www.esi2.us.es/~vargas/docencia/cpc/guiasMatlab/tutorialMatlab.pdf>
- Vincent, J. (1999), *Explorando el espacio bidimensional: Cabri Geometry II para los años 9-12*, Brasil. Ed. Asociación matemática de Victoria.