

Capítulo 1

INSERTAR GRÁFICOS Y FIGURAS EN DOCUMENTOS LATEX

*Walter Mora F., Alex Borbón A.
Escuela de Matemática
Instituto Tecnológico de Costa Rica.
www.cidse.itcr.ac.cr/revistamate*

1.1 INTRODUCCIÓN

Además de texto corriente y texto en modo matemático, podemos insertar figuras tales como gráficos y/o imágenes externas (“`.eps`”, “`.bmp`”, “`.jpg`”, etc.) o figuras nativas, generadas directamente con algún paquete LaTeX (Tikz, PSTricks, TeXDraw,...).

En el modelo estándar, compilamos el documento con LaTeX, levantamos el documento con YAP y lo imprimimos en el estilo estándar de Windows. También podemos generar un PDF estático con la opción `dvi` \leftrightarrow `pdf`.

Una segunda opción es compilar con PDFLaTeX para convertir el archivo “`.dvi`” directamente a PDF: esto puede ser muy conveniente pues permite imprimir de manera estándar y/o convertir el documento en un documento electrónico de fácil distribución (por ejemplo, vía internet) y con posibilidad de agregar animación, videos, efectos especiales para presentaciones (por ejemplo, presentaciones “Beamer”), etc.

1.2 ¿CÓMO INSERTAR LAS FIGURAS?

Aquí vamos a describir la manera fácil de insertar figuras (i.e. sin usar código TeX extra). Todo el manejo gráfico lo vamos a hacer usando el paquete `graphicx` que viene en la distribución estándar de MiKTeX.

En lo que sigue vamos a considerar las siguientes tareas,

1. Insertar figuras EPS (PostScript Encapsulado): Este es un formato de alta calidad y el de mayor soporte en LaTeX
2. Insertar figuras BMP, JPG, PNG, WMF, GIF, PDF, etc.: En documentos estándar lo apropiado es convertir las figuras a EPS con un programa para convertir imágenes. También las podemos incluir directamente (aunque a veces no es apropiado).
3. Insertar figuras cuando compilamos con PDFLaTeX
4. Convertir imágenes a otro formato con Software libre.
5. Extraer figuras de libros o de Internet.
6. Crear figuras nativas con PAG, Tikz, LaTeXDraw y PiCTeX.

Resumen rápido para impacientes.

- I. Insertar figuras en formato EPS (la mejor opción). En la sección (1.2.6) se indica como hace conversión a EPS.

Para incluir figuras “.eps” en su documento LaTeX, se debe poner en el *preámbulo*

```
\usepackage[dvips]{graphicx} % LaTeX
```

Es conveniente poner la imagen en un ambiente `figure` para tener acceso a los ‘`caption`’ los ‘`label`’.

```
\begin{figure}[h]
\centering
\includegraphics{images/figura.eps}
\caption{... texto ...}
\label{contexto:figura}
\end{figure}
```

II. Insertar figuras en otros formatos. En la sección (1.2.6) se indica como hace conversión de un formato a otro.

Para incluir un figuras “.bmp”, “.jpeg”, “.png”, etc., hay que poner en el *preámbulo*

```
\usepackage[dvips]{graphicx} % LaTeX
\DeclareGraphicsExtensions{.bmp,.png,.pdf,.jpg}
```

Para incluir el gráfico o imagen en el documento se pone

```
\begin{figure}[h]
\centering
\includegraphics[0cm,0cm][xcm,ycm]{nombre.ext}%ext=bmp,jpg,...
\caption{... texto ...}
\label{contexto:figura}
\end{figure}
```

- “.ext” es “.bmp”, “.jpeg”, “.png”, etc., según corresponda.
- “[0cm,0cm][xcm,ycm]” es necesario ponerlo para indicar que la figura va a quedar en una “caja” de tamaño $x \times y \text{ cm}^2$

III. Insertar figuras cuando compilamos con PDFLaTeX.

PDFLaTeX soporta formatos “.pdf”, “.png”, “.jpg”. Si no tiene este formato, puede hacer la conversión como se indica en la sección (1.2.6).

Para incluir figuras se debe poner en el *preámbulo*

```
\usepackage[pdftex]{graphicx} % PDFLaTeX
\DeclareGraphicsExtensions{.png,.pdf,.jpg}
```

Nota: Si compila PDFLaTeX *no debe usar* `\usepackage[dvips]{graphicx}!!!`

Como antes decíamos, es conveniente poner la imagen en un ambiente `figure` para tener acceso a los ‘‘caption’’ y los ‘‘label’’.

```

\begin{figure}[h]
\centering
\includegraphics{nombre.ext}%ext=pdf,jpg,png
\caption{... texto ...}
\label{contexto:figura}
\end{figure}

```

Ahora si, vamos a los detalles.

1.2.1 Insertar figuras EPS

La mejor manera de tratar con gráficos y/o imágenes en LaTeX externas es obtenerlas o convertirlas a EPS.

Las podemos convertir a este formato como se indica en la subsección 1.2.6

Para incluir figuras “.eps” en su documento LaTeX, se debe poner en el *preámbulo*

```
\usepackage[dvips]{graphicx} % LaTeX
```

La opción “dvips” indica que vamos a usar el manejador (driver) “dvips” para pasar del archivo “.dvi” generado por LaTeX a formato PostScript.

Para incluir un gráfico o una imagen de nombre ‘‘figura.eps’’ que está en la subcarpeta ‘‘images’’, se debe poner el código

```
\includegraphics{images/figura1.eps}
```

Sin embargo, es conveniente poner la imagen en un ambiente `figure` para tener acceso a los ‘‘caption’’ los ‘‘label’’.

```

\begin{figure}[h]
\centering
\includegraphics{images/figura.eps}
\caption{... texto ...}
\label{contexto:figura}
\end{figure}

```

Para que el gráfico no flote (es decir, que quede exactamente donde se puso), se puede usar el paquete float (ver sección ??, más adelante).

■ EJEMPLO 1.1

He aquí una figura generada con *Mathematica* (Wolfram Inc.) y guardada en formato EPS.

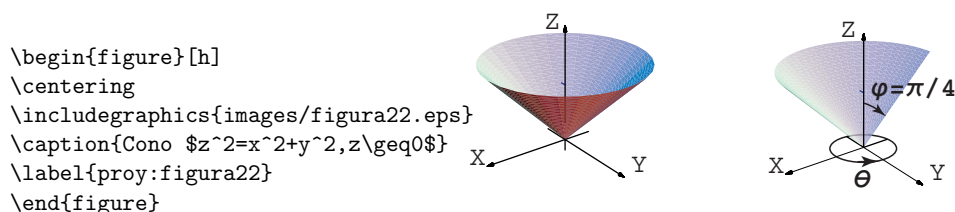


Figura 1.1 Cono $z^2 = x^2 + y^2, z \geq 0$.

■ EJEMPLO 1.2

Algunas figuras se pueden editar usando algún software para gráficos. La figura (1.2) fue editada en *Adobe Illustrator* y guardada como EPS.

```

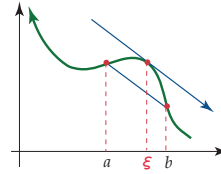
\begin{figure}[h]
\begin{minipage}[b]{0.5\linewidth}
\begin{teo}[Teorema dl valor Medio]\newtheorem{teo}{Teorema} en pre\'ambulo
  Sea  $f(x)$  continua en  $[a,b]$ 
  ...
\end{teo}
...
\end{minipage}
\begin{minipage}[b]{0.45\linewidth}
\includegraphics[scale=0.7]{images/ML_fig10.eps}
\caption{{\small Teorema del valor medio}}
\label{Calculo:fig...}
\end{minipage}
\end{figure}

```

produce:

Teorema 1.1 (Teorema del valor Medio) Sea $f(x)$ continua en $[a, b]$ y derivable en $]a, b[$, entonces $\exists \xi \in]a, b[$ tal que

$$f(b) - f(a) = f'(\xi)(b - a)$$

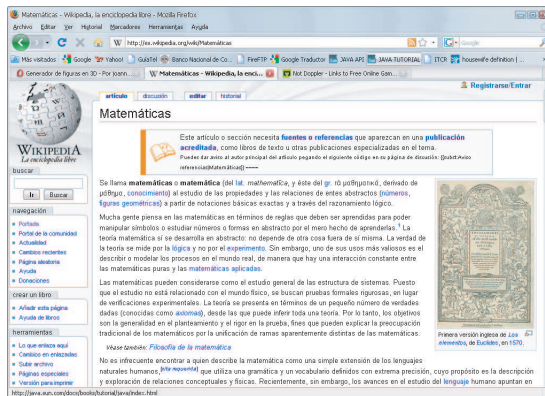


En particular, siendo $f(x) = 6 - (x - 2)^3 + x$, $a = 2$ y $b = 4 \Rightarrow \xi = \frac{2}{3}(3 + \sqrt{3})$.

Figura 1.2 Teorema del valor medio

■ EJEMPLO 1.3 (Figuras de Internet)

He aquí un ejemplo de dos imágenes tomadas de Wikipedia (www.wikipedia.org). Para recortarlas de la pantalla de la PC se usó “FastStone Capture Portable” (ver sección 1.2.6), a la figura de la derecha se le aplicó el efecto “Torn Edge” y luego se guardó en formato PDF (por si se necesita para una presentación Beamer, por ejemplo). Las figuras se abrieron en el software libre *Inkscape* para guardarlas en formato EPS.



(a) Figura original



(b) Figura recortada

1.2.2 Algunos efectos para gráficos EPS

En el ejemplo que sigue vamos aplicar un efecto de rotación a una figura,

LaTeX.. Walter Mora F., Alex Borbón A.

Derechos Reservados © 2009 Revista digital Matemática, Educación e Internet (www.cidse.itcr.ac.cr)

■ EJEMPLO 1.4 (Rotación)

El código:

```
\begin{figure}[H]
  \begin{minipage}[t]{6cm}
    \includegraphics{images/ML_fig8.eps}
  \end{minipage}
  \hfill\begin{minipage}[t]{6cm}
    \includegraphics[angle=45]{images/ML_fig8.eps}
  \end{minipage}
\caption{Rotación de 45 grados}
\end{figure}
```

rota el gráfico 45 grados en contra de las manecillas del reloj



Figura 1.3 Rotación de 45 grados

En el ejemplo que sigue vamos aplicar un efecto de escalamiento,

■ EJEMPLO 1.5 (Escalamiento)

El código:

```
\begin{figure}[h]
  \begin{minipage}{5cm}
    \centering
    \includegraphics{images/ML_fig8.eps}
  \end{minipage}
  \begin{minipage}{5cm}
    \centering
    %Escalamiento 70%
    \includegraphics[scale=0.7]{images/ML_fig8.eps}
  \end{minipage}
\caption{Escalamiento en un 70\%}
\end{figure}
```

escala el gráfico al ancho usado por el texto en el primer caso y un 70% de sus dimensiones en el segundo caso.



Figura 1.4 Escalamiento en un 70%

En el ejemplo que sigue vamos aplicar sustitución de símbolos,

Sustitución de símbolos en un gráfico .eps

A veces es útil sustituir una letra por un símbolo matemático. Esto se puede hacer con el paquete `psfrag`.

Ponemos en el *preámbulo*

```
\usepackage[dvips]{psfrag} %
```

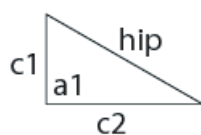
Ahora mostramos un triángulo con solo letras (figura 1.6), luego cambiamos las letras por símbolos (figura 1.5(b)).

■ EJEMPLO 1.6 (Sustitución de símbolos)

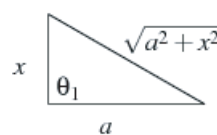
El código:

```
\begin{figure}[h]
\begin{minipage}[b]{0.4\textwidth}
\centering
\subfigure[Gr\'afico inicial]{\includegraphics{images/Triangulo.eps}}
\end{minipage}
\ \ \hfill \begin{minipage}[b]{0.4\textwidth}
\centering
\subfigure[Gr\'afico despu\'es de aplicar {\tt psfrag}]{
\psfrag{a1}{\theta_1$}
\psfrag{hip}{\sqrt{a^2+x^2}$}
\psfrag{c1}{x$}
\psfrag{c2}{a$}
\includegraphics{images/Triangulo.eps}
}
\end{minipage}
\end{figure}
```

produce



(a) Gráfico inicial



(b) Gráfico después de aplicar psfrag

La lectura recomendada para este tema es [?]. La figura no se mantiene si usamos $\text{dvi} \rightarrow \text{pdf}$.

1.2.3 Insertar figuras BMP, JPG, PNG,...

La mejor opción es convertir estos archivos a EPS (ver sección 1.2.6). Esto tiene una ventaja: Si convierte el documento a PDF con $\text{dvi} \rightarrow \text{pdf}$, las imágenes no van a tener problema. Además les puede aplicar algunos efectos, como se describió antes.

Si todavía quiere insistir en insertar sus imágenes en el formato no-EPS, haga lo siguiente:

Para incluir un figuras “.bmp”, “.jpeg”, “.png”, etc., hay que poner en el *preámbulo*

```
\usepackage[dvips]{graphicx} % LaTeX
\DeclareGraphicsExtensions{.bmp,.png,.pdf,.jpg}
```

La opción “\DeclareGraphicsExtensions” se agrega para indicarle a LaTeX que tipo de extensión (“.png”, “.bmp”, etc.) intentar en un archivo en el que no hemos especificado el tipo de extensión (por la razón que sea).

Para incluir el gráfico o imagen en el documento se pone

```
\begin{figure}[h]
\centering
\includegraphics[0cm,0cm][xcm,ycm]{nombre.ext}%ext=bmp,jpg,...
\caption{... texto ...}
\label{contexto:figura}
\end{figure}
```

- “.ext” es “.bmp”, “.jpeg”, “.png”, etc., según corresponda.

- “[0cm,0cm] [xcm,ycm]” es necesario ponerlo para indicar que la figura va a quedar en una “caja” de tamaño $x \times y \text{ cm}^2$

■ EJEMPLO 1.7

En el siguiente ejemplo se insertan tres figuras. Se usa `tabular` solo por acomodar las figuras de alguna manera.

La opción `\includegraphics*` hace que la figura sea recortada de acuerdo al tamaño de caja definido.



Figura 1.5 Figuras en formato .bmp, .jpg y .png, respectivamente

```
\begin{figure}[h]
\begin{center}
\begin{tabular}{lll}
\includegraphics[0cm,0cm][2cm,2cm]{images/ML_fig26.bmp}
& \includegraphics*[0cm,0cm][2cm,2cm]{images/ML_fig27.jpg}
& \includegraphics*[0cm,0cm][2cm,2cm]{images/ML_fig28.png}\\
\end{tabular}
\end{center}
\caption{Figuras en formato...}\label{ML:figuras262728}
\end{figure}
```

1.2.4 Insertar figuras cuando compilamos con PDFLaTeX

Compilamos con PDFLaTeX cuando queremos generar un documento PDF con algunas facetas PDF deseables, en particular, para generar una presentación Beamer.

PDFLaTeX soporta formatos “.pdf”, “.png”, “.jpg”. Si no tiene este formato, puede hacer la conversión como se indica en la sección (1.2.6).

Para incluir figuras se debe poner en el *preámbulo*

```
\usepackage[pdftex]{graphicx} % PDFLaTeX
\DeclareGraphicsExtensions{.png,.pdf,.jpg}
```

Como antes decíamos, es conveniente poner la imagen en un ambiente `figure` para tener acceso a los ‘‘caption’’ y los ‘‘label’’.

```
\begin{figure}[h]
\centering
\includegraphics{nombre.ext}%ext=pdf,jpg,png
\caption{... texto ...}
\label{contexto:figura}
\end{figure}
```

■ EJEMPLO 1.8

En el siguiente ejemplo se insertan tres figuras. Se usa `tabular` solo por acomodar las figuras de alguna manera.



Figura 1.6 Insertando figuras .jpg, .png, .pdf con PDFLaTeX

```
\begin{figure}[h]%Compilando PDFLaTeX
\begin{center}
\begin{tabular}{lll}
\includegraphics{images/ML_fig27.jpg}
& \includegraphics{images/ML_fig28.png}
& \includegraphics{images/ML_fig31.pdf}\\
\end{tabular}
\caption{Insertando figuras...}\label{ML:fig...}
\end{figure}
\end{center}
```

1.2.5 Errores relacionados con “BoundingBox”

En la compilación, ya sea LaTeX o PDFLaTeX, a veces se observa el mensaje de error:

Error: Cannot determine size of graphic (no BoundingBox)

Esto sucede cuando una imagen no viene con las dimensiones (BoundingBox) de la caja.

La manera fácil de resolver este problema es abrir la imagen, digamos con *Inkscape* (sección 1.2.6) y guardar la imagen de nuevo.

Si abrimos la imagen en Adobe Illustrator, por ejemplo, para aplicar las dimensiones correctas, se debe ir a File-Document Setup y poner las dimensiones adecuadas para que la figure se ajuste al área de dibujo.

1.2.6 Convertir imágenes a otro formato con Software libre.

Software para convertir figuras

inkscape: Hace conversión a EPS, PDF, y muchos otros formatos. La manera de hacer la conversión es abriendo la figura (File-Open) y salvando en el formato que se desea (ver figura 1.7). Este software es libre y se puede descargar en

<http://www.inkscape.org/>

Para Windows se debe descargar “Windows - .exe instalador”. No necesita instalador, es ejecutable. El programa se levanta con `inkscape.exe`

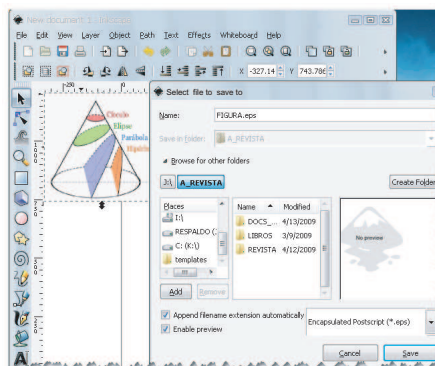


Figura 1.7 *Inkscape*

Este software es parecido a *Adobe Illustrator*. Se pueden abrir figuras .pdf, .gif, .jpeg, .bmp, etc. y guardarlas en formato .eps.

Advanced Batch Converter Portable: Este programa tampoco necesita instalador y es exclusivamente para conversión de archivos de un formato a otro.

La versión “portable” se baja libremente en varios sitios. Para localizar algún sitio simplemente haga la búsqueda con ‘Advanced Batch Converter Portable’ en Google.

Para abrir una figura “.ext” debe primero buscar esta extensión en la cejilla “tipo” de la ventana Abrir

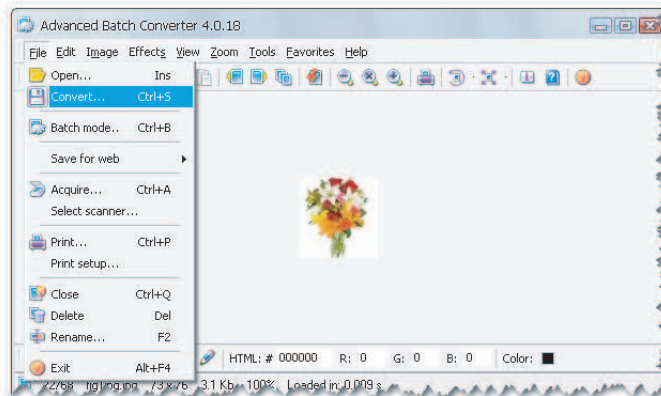


Figura 1.8 *Advanced Batch Converter Portable*

FastStone Capture: Este es un software libre que permite abrir archivos y guardarlos en algunos formatos (bmp, png, pdf,...) pero no EPS. Sin embargo es muy útil para recortar imágenes de la pantalla de la PC (por ejemplo, imágenes de Internet). Además permite editar al estilo Paint. Esta herramienta “flota” sobre la pantalla de la PC.

La versión “FastStone Capture 5.3” es freeware. A la fecha se puede descargar de varios lugares, por ejemplo

http://clases.nuarlubre.es/resources/FSCaptureSetup_5-3.zip

La versión actual es “FastStone Capture 6.x”, es shareware y vence a los 30 días de uso, se descarga en

<http://www.faststone.org/FSCapturerDownload.htm>

No se instala, solo se ejecuta. La imagen la puede guardar como PDF si va a usar PDFLaTeX o copiar (copy) y pegar (paste) en otro software que guarde en formato EPS (como *inkscape*)

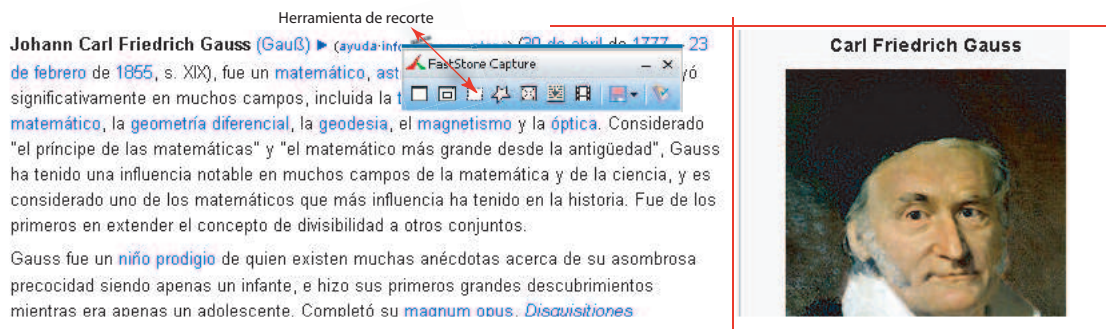


Figura 1.9 FSCapture

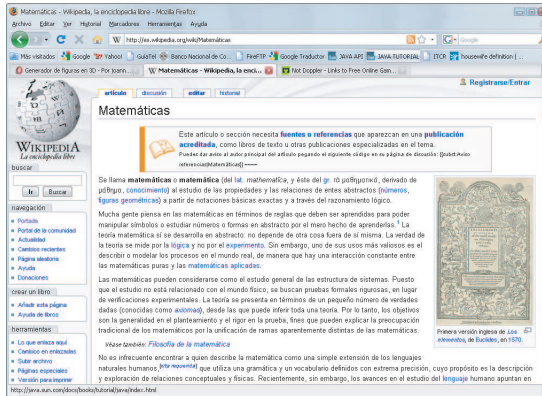
Mathematica: Si genera un gráfico con *Mathematica* (por ejemplo), se selecciona y se guarda con la opción *Save Selection As* y se elige EPS. Igualmente puede abrir este gráfico con Adobe Illustrator, *Inkscape* para “maquillarlo”

1.2.7 Extraer figuras de libros o de Internet.

1. Una imagen se puede obtener de un libro usando un escáner.
2. Una imagen se puede obtener de la pantalla de la PC recortando la imagen directamente de la PC con el programa gratuito “FastStone Capture Portable”.
3. También una imagen se puede obtener de la pantalla de la PC con la tecla “ImprPant” (o “PrintScreen”) y se puede recortar (herramienta ‘selección’) con Paint y guardar con la opción “Copiar a”. Si la va a usar en un archivo PDF, lo mejor es pasarla a EPS o PDF tal como se describió antes.
4. Con Image Composer, Adobe Illustrator o con Macromedia Fireworks se puede recortar una figura con formas caprichosas, además se puede agregar efectos. La figura se guarda con *File-Save Selection As*

■ EJEMPLO 1.9

He aquí un ejemplo de una imagen tomada de Wikipedia. Para recortarla de la pantalla de la PC se usó “FastStone Capture Portable” (gratuito) y se le aplicó el efecto “Torn Edge” y se guardó en formato PDF (por si se necesita para una presentación Beamer, por ejemplo). Luego se pasó a formato EPS con Adobe Illustrator pues este formato es adecuado para compilar con LaTeX o generar un PDF con $\text{dvi} \rightarrow \text{pdf}$.



(a) Figura original



(b) Figura después de usar ‘FastStone’

1.2.8 Crear figuras nativas con PAG, Tikz, LaTeXDraw, PiCTeX,...

El ambiente `picture` de LaTeX es un ambiente especial para insertar figuras implementados con comandos simples como `\plot`, `\put`, etc.

Las figuras generadas en el ambiente `picture` de LaTeX quedan insertadas de manera automática en el documento.

Programar los gráficos permite tener un control absoluto y preciso sobre todos los detalles, realizar gráficos sencillos es también muy rápido.

Por otra parte, hay nuevo lenguaje que aprender, no tiene una interface gráfica y el código (por más sencillo que sea) no permite ver inmediatamente como es que se verá finalmente el gráfico.

Existen varios editores que permiten hacer figuras y generan el código LaTeX, listo para introducirlo en nuestro documento.

Aquí solo vamos a considerar brevemente

1. **Tikz y pgfplot**: Para crear gráficos para documentos LaTeX usando un ambiente “tikzpicture” y comandos especiales para dibujar líneas, curvas, rectángulos, etc. Muy adecuado para trabajar con presentaciones Beamer.
2. **LaTeXDraw**. Este es un editor gratuito multiplataforma (implementado en Java) basado en PsTricks. LaTeXDraw genera el código LaTeX de las figuras.

3. PiCTex.

Paquetes TikZ y pgfplot

Paquete pgfplot

El paquete `pgfplots`, basado en el paquete `Tikz`, viene en la instalación completa de MiKTeX 2.7. Posee comandos simplificados para graficar funciones en sistemas normales o escala logarítmica además de otras utilidades.

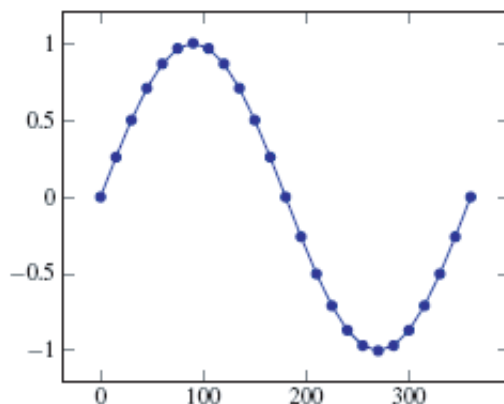
El manual ‘‘`pgfplots.pdf`’’ lo puede obtener en el lugar de instalación de MiKTeX, usualmente `C:\Archivos de programa\MiKTeX 2.7\doc\latex\pgfplots`

Antes de usar este paquete es recomendable actualizar (Inicio-Miktex2.7-update) los paquetes para obtener la última versión de PGF y Tikz.

Para usar el paquete `pgfplots` debemos poner en el *preámbulo*

```
%\usepackage[pdftex]{graphicx}% Si compila con PDFLaTeX
\usepackage{pgfplots}
```

Veamos un ejemplo del manual: La gráfica de $\sin x$.



```
\begin{tikzpicture}
\begin{axis}
\addplot plot[scale=0.8,domain=0:3.14](\x,{sin(\x r)});%r=radianes
\end{axis}
\end{tikzpicture}
```


Paquete Tikz


El paquete Tikz viene incluido en la instalación completa de MiKTeX.

El manual ‘‘pgfmanual.pdf’’ (versión ‘‘Tikz and PGF’’) lo puede obtener en el lugar de instalación de MiKTeX, C:\Archivos de programa\MiKTeX 2.7\doc\generic\pgf

Nota: Si desea hacer un documento PDF, tenga en cuenta que los gráficos permanecen si compila con PDFLaTeX (se puede usar con Beamer) no así con dvi→pdf

Para usar el paquete se debe poner en el *preámbulo*

```
%\usepackage[pdftex]{graphicx}% solo si compila con PDFLaTeX
\usepackage{tikz}
```

La versatilidad de este paquete le permite crear gráficos hasta en el mismo texto usando el comando `\tikz`. Por ejemplo, podemos crear un círculo anaranjado como este:  con el código

```
...como este:\tikz \fill[orange] (1ex,1ex) circle (1ex); con...#
```

Aquí el ‘‘;’’ es necesario.

Para crear figuras complejas podemos usar el ambiente ‘‘tikzpicture’’

```
\begin{tikzpicture}
....
\end{tikzpicture}
```

Para dibujar líneas, rectángulo, círculos, etc., se usa `\draw` con las especificaciones respectivas.

■ EJEMPLO 1.10

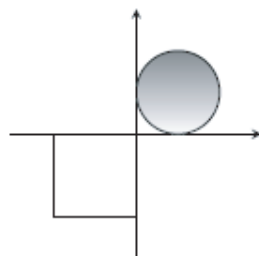
En este ejemplo dibujamos un par de ejes, con una flecha, usando dos líneas, una de $(-1.5, 0)$ a $(1.5, 0)$ y la otra $(0, -1.5)$ a $(0, 1.5)$. La flecha se agrega poniendo ‘‘[->]’’.

También vamos a dibujar un círculo (con un efecto de sombra) con centro en $(0.5, 0.5)$ de radio 0.5 y un rectángulo con extremo inferior izquierdo en $(-1, -1)$ y extremo superior derecho en $(0, 0)$.

```

\begin{tikzpicture}[>=stealth]
\draw [->] (-1.5,0) -- (1.5,0);
\draw [->] (0,-1.5) -- (0,1.5);
\shadedraw (0.5,0.5) circle (0.5cm);
\draw (-1,-1) rectangle (0,0);
\end{tikzpicture}

```



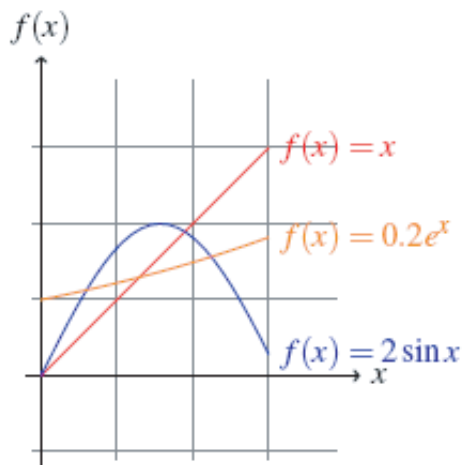
Representación gráfica de una función con TikZ

Para graficar funciones usamos el comando `\plot`. Un formato para entrar la función es `\plot (\x, f(\x))`

■ EJEMPLO 1.11

En este ejemplo dibujamos las funciones $y = x$, $y = 2 \sin x$ y $0.2e^x$. Para el caso de $\sin x$, se pone `sen(\x r)` para especificar que el ángulo se mide en radianes.

El dominio es $[0, 3]$ y escalamos la figura a un 80%. Estas dos últimas instrucciones se agregan en las opciones con `[scale=0.5, domain=0:3]`



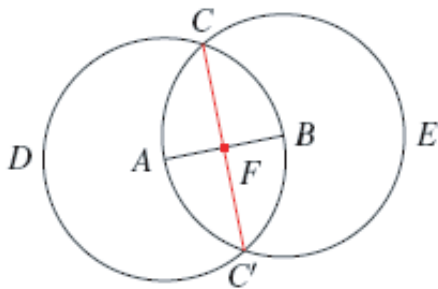
```

\begin{tikzpicture}[scale=0.8, domain=0:3]
\draw[very thin,color=gray] (-0.1,-1.1) grid (3.9,3.9);
\draw[->] (-0.2,0) -- (4.2,0) node[right] {\x$};
\draw[->] (0,-1.2) -- (0,4.2) node[above] {f(x)$};
\draw[color=red] plot (\x,\x) node[right] {f(x) = x$};
\draw[color=blue] plot (\x,{2*sin(\x r)}) node[right] {f(x) = 2 sin x$};
\draw[color=orange] plot (\x,{exp(0.2*\x)}) node[right] {f(x) = 0.2e^x$};

```

`\end{tikzpicture}`

Geometría con con TikZ: Intersección de círculos



```
\begin{tikzpicture}
\coordinate [label=left:$A$] (A) at (0,0);
\coordinate [label=right:$B$] (B) at (1.25,0.25);
\draw (A) -- (B);
\node (D) [draw,circle through=(B),label=left:$D$] at (A) {};
\node (E) [draw,circle through=(A),label=right:$E$] at (B) {};
\coordinate [label=above:$C$] (C) at (intersection 2 of D and E);
\coordinate [label=below:$C'$] (C') at (intersection 1 of D and E);
\draw [red] (C) -- (C');
\node [fill=red,inner sep=1pt,label=-45:$F$] (F)
    at (intersection of C--C' and A--B) {};
\end{tikzpicture}
```

Fractales con TikZ

Usando la biblioteca ‘‘decorations’’ podemos crear fractales. Primero debemos poner el *preámbulo*

```
\usepackage{tikz}
\usetikzlibrary{calc,through,backgrounds,decorations}
\usepgflibrary{decorations.fractals}
```

Ahora veamos el ejemplo:



```
\begin{tikzpicture}[scale=0.5,decoration=Koch snowflake]
\draw decorate{ (0,0) -- (3,0) };
\draw decorate{ decorate{ (0,-1) -- (3,-1) } };
\draw decorate{ decorate{ decorate{ (0,-2) -- (3,-2) } } };
\draw decorate{ decorate{ decorate{ decorate{ (0,-3) -- (3,-3) } } } };
\end{tikzpicture}
```

LaTeXDraw, WinPlot y Inkscape

Hay varios programas gratis, para Windows, con los cuales se pueden hacer figuras y salvar en algún formato adecuado para LaTeX y también permite generar el código nativo LaTeX para insertar la figura usando algún ambiente `picture`: Por ejemplo, WinFig, LaTeXDraw, Inkscape, etc.

Winfig se puede obtener en

<http://www.schmidt-web-berlin.de/winfig/>

LaTeXDraw se puede obtener

<http://latexdraw.sourceforge.net/download.html>

Como un ejemplo de qué se puede hacer, consideremos LaTeXDraw. Al descargarlo obtenemos un comprimido "LaTeXDraw2.0.2.zip". Se ejecuta el archivo `installer.jar`. Debe tener Java (<http://www.java.com/es/download/>) en su máquina, lo cual de por sí, es muy adecuado.

En el directorio de instalación que Ud. eligió en el proceso de instalación (el default es `C:\Program Files\latexdraw`) está el ejecutable "LaTeXDraw.jar" (doble clic y listo).

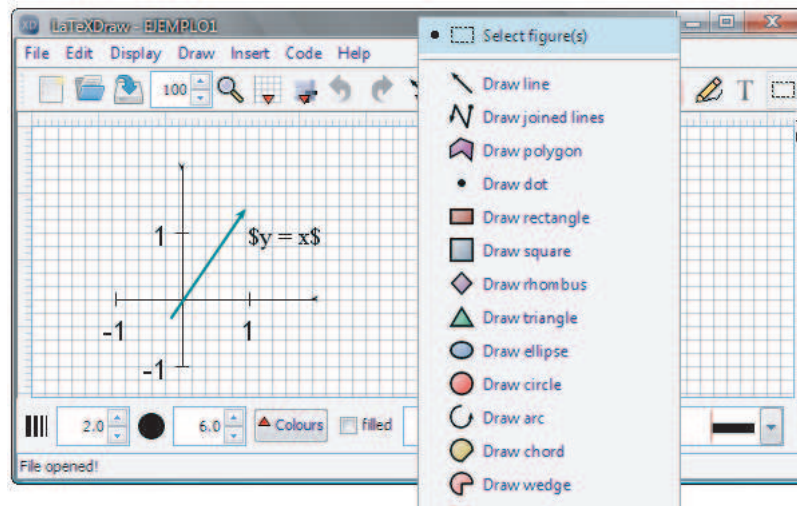


Figura 1.10 Editor LaTeXDraw

El ambiente es similar a ambientes comerciales de dibujo. Las opciones de dibujo se obtiene con el clic derecho. El código LaTeX de la figura (para pegar en nuestro documento) se puede obtener con el menú Code - copy all the code.

Para usar TeXDraw debemos poner en el *preámbulo*

```
\usepackage[usenames,dvipsnames]{pstricks}
\usepackage{epsfig}
\usepackage{pst-grad} % Para gradientes
\usepackage{pst-plot}% Para ejes
```

■ EJEMPLO 1.12

La figura que se ve en el editor LaTeXDraw, en el ejemplo (1.11), se obtiene el código

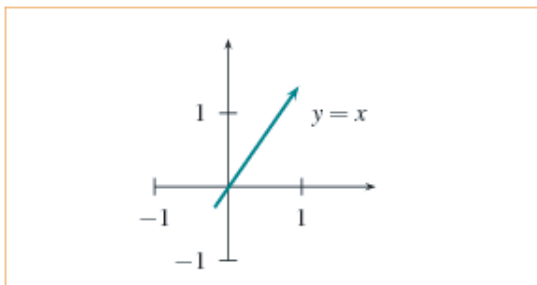
```
{\fboxsep 12pt \fboxrule 1pt%
\scalebox{1} % Change this value to rescale the drawing.
{
\begin{pspicture}(0,-1.5)(3.101875,1.5)
\definecolor{color2440}{rgb}{0.0,0.4,0.4}
\rput(1.0,-0.5){\psaxes[linewidth=0.022,
ticksize=0.10583333cm]{->}(0,0)(-1,-1)(2,2)}
\psline[linewidth=0.04cm,linestyle=color2440,
arrowsize=0.05291667cm 2.0,
arrowlength=1.4,arrowinset=0.4]{->}(0.82,-0.78)(1.96,0.86)
\usefont{T1}{ptm}{m}{n}
\rput(2.5114062,0.43){$y = x$}
```

```
\end{pspicture}
}
```

Ahora este código lo pegamos en nuestro documento LaTeX, por ejemplo

```
{\fboxsep 12pt \fboxrule 0.2pt%
\colorbox{orange}{white}{%
\begin{minipage}[t]{0.5 \textwidth}
\bc% Nuestro \begin{center} abreviado
\scalebox{1} % Change this value to rescale the drawing.
{
\begin{pspicture}(0,-1.5)(3.101875,1.5)
\definecolor{color2440}{rgb}{0.0,0.4,0.4}
\rput(1.0,-0.5){\psaxes[linewidth=0.022,
\ticks=0.10583333cm]{->}(0,0)(-1,-1)(2,2)}
\psline[linewidth=0.04cm,linecolor=color2440,
arrowsize=0.05291667cm 2.0,
arrowlength=1.4,arrowinset=0.4]{->}(0.82,-0.78)(1.96,0.86)
\usefont{T1}{ptm}{m}{n}
\rput(2.5114062,0.43){$y = x$}
\end{pspicture}
}
\ec
\end{minipage}
}}%
```

Y obtenemos



PiCTeX

PiCTeX es un paquete con una colección de macros T_EX para gráficos.

Un documento detallado lo puede encontrar en el artículo “Dibujar figuras LaTeX con PiCTeX”, (<http://www.cidse.itcr.ac.cr/revistamate/HERRAmInternet/>).