

TikZ: figuras geométricas, gráficas de funciones, grafos y otros dibujos en L^AT_EX

Mario Pérez Riera

Universidad de Zaragoza

Octubre de 2023

Las figuras en un texto (matemático)

Las figuras ayudan a entender el texto:

- atraen la atención más que el texto;
- y se captan mejor.

Las figuras en un texto (matemático)

Las figuras ayudan a entender el texto:

- atraen la atención más que el texto;
- y se captan mejor.

Para cumplir su función:

- tienen que **corresponderse** con el texto;
- deben tener **calidad suficiente** (lo mejor, formatos vectoriales);
- a veces tendremos necesidad de **modificarlas**.

Las figuras en un texto (matemático)

Las figuras ayudan a entender el texto:

- atraen la atención más que el texto;
- y se captan mejor.

Para cumplir su función:

- tienen que corresponderse con el texto;
- deben tener calidad suficiente (lo mejor, formatos vectoriales);
- a veces tendremos necesidad de modificarlas.

Y deben ser de **uso legal**.

Las figuras en un texto (matemático)

Las figuras ayudan a entender el texto:

- atraen la atención más que el texto;
- y se captan mejor.

Para cumplir su función:

- tienen que corresponderse con el texto;
- deben tener calidad suficiente (lo mejor, formatos vectoriales);
- a veces tendremos necesidad de modificarlas.

Y deben ser de uso legal.

Si es posible, **elaboremos nuestras propias figuras**:

- Geogebra, Sage, Python, Mathematica, Maple, Matlab...
- Inkscape, Gimp, Photoshop...
- fotografías hechas por uno mismo...
- ... y también **L^AT_EX**.

Documentación

Documentos para esta sesión:

<http://anamat.unizar.es/latex/>

[TEXample.net](https://texample.net)

(sitio dedicado a TEX, con especial atención a TikZ):

<https://texample.net>

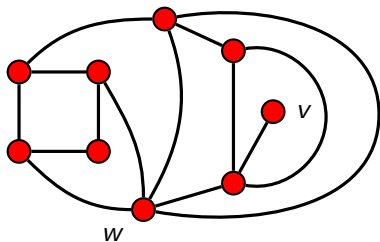
TikZ:

<https://ctan.org/pkg/pgf>

Dudas sobre LATEX en general:

<https://tex.stackexchange.com>

Visión general



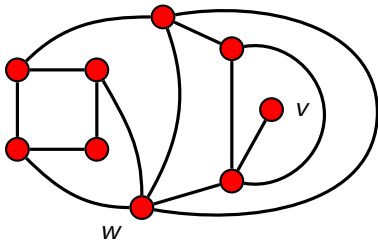
Las figuras se construyen con el entorno *tikzpicture*:

```
\begin{tikzpicture}
```

Aquí viene el código...

```
\end{tikzpicture}
```

Visión general



Se puede meter dentro de un entorno *center*:

```
\begin{center}  
\begin{tikzpicture}
```

Aquí viene el código...

```
\end{tikzpicture}  
\end{center}
```


Visión general

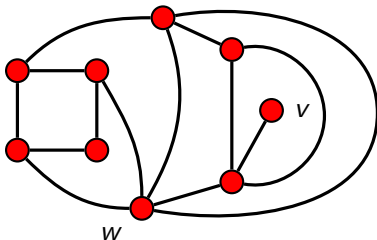


Figura: Un grafo con nueve nodos

O dentro de una figura y así podemos ponerle un pie:

```
\begin{figure}[ht]
\begin{tikzpicture}
```

Aquí viene el código...

```
\end{tikzpicture}
\caption{Un grafo con nueve nodos}
\end{figure}
```

Todo empieza con `\draw`

La orden más importante es `\draw`: línea recta (o no) desde un punto inicial hasta un punto final.

```
\draw (Punto inicial) -- (Punto final);
```

Todo empieza con `\draw`

La orden más importante es `\draw`: línea recta (o no) desde un punto inicial hasta un punto final.

```
\draw (Punto inicial) -- (Punto final);
```



Todo empieza con `\draw`

La orden más importante es `\draw`: línea recta (o no) desde un punto inicial hasta un punto final.

```
\draw (Punto inicial) -- (Punto final);
```



Todo empieza con `\draw`

La orden más importante es `\draw`: línea recta (o no) desde un punto inicial hasta un punto final.

```
\draw (Punto inicial) -- (Punto final);
```



Los puntos se pueden indicar de varias formas:

- En coordenadas cartesianas: `(x,y)`.

Todo empieza con `\draw`

La orden más importante es `\draw`: línea recta (o no) desde un punto inicial hasta un punto final.

```
\draw (Punto inicial) -- (Punto final);
```



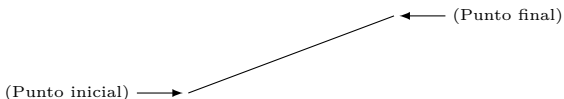
Los puntos se pueden indicar de varias formas:

- En coordenadas cartesianas: `(x,y)`.
- En coordenadas polares: `(ángulo:distancia)`.

Todo empieza con `\draw`

La orden más importante es `\draw`: línea recta (o no) desde un punto inicial hasta un punto final.

```
\draw (Punto inicial) -- (Punto final);
```



Los puntos se pueden indicar de varias formas:

- En coordenadas cartesianas: `(x,y)`.
- En coordenadas polares: `(ángulo:distancia)`.
- En coordenadas relativas a un punto de referencia: si el punto de referencia es `(-1,3)`, entonces `+(2,1)` es el punto `(1,4)`.

Todo empieza con `\draw`

La orden más importante es `\draw`: línea recta (o no) desde un punto inicial hasta un punto final.

```
\draw (Punto inicial) -- (Punto final);
```



Los puntos se pueden indicar de varias formas:

- En coordenadas cartesianas: `(x,y)`.
- En coordenadas polares: `(ángulo:distancia)`.
- En coordenadas relativas a un punto de referencia: si el punto de referencia es `(-1,3)`, entonces `+(2,1)` es el punto `(1,4)`.
Y `++(2,1)` pone el nuevo punto de referencia en `(1,4)`.

Todo empieza con `\draw`

La orden más importante es `\draw`: línea recta (o no) desde un punto inicial hasta un punto final.

```
\draw (Punto inicial) -- (Punto final);
```



Los puntos se pueden indicar de varias formas:

- En coordenadas cartesianas: `(x,y)`.
- En coordenadas polares: `(ángulo:distancia)`.
- En coordenadas relativas a un punto de referencia: si el punto de referencia es `(-1,3)`, entonces `+(2,1)` es el punto `(1,4)`.
Y `++(2,1)` pone el nuevo punto de referencia en `(1,4)`.
- Y alguna otra.

Todo empieza con `\draw`

La orden más importante es `\draw`: línea recta (o no) desde un punto inicial hasta un punto final.

```
\draw (Punto inicial) -- (Punto final);
```



Los puntos se pueden indicar de varias formas:

- En coordenadas cartesianas: `(x,y)`.
- En coordenadas polares: `(ángulo:distancia)`.
- En coordenadas relativas a un punto de referencia: si el punto de referencia es `(-1,3)`, entonces `+(2,1)` es el punto `(1,4)`.
Y `++(2,1)` pone el nuevo punto de referencia en `(1,4)`.
- Y alguna otra.

Unidades de medida: por defecto, centímetro (es relativo, porque se puede aplicar una escala); milímetro, punto... Para ángulos, grado.

El preámbulo

Comenzar como con cualquier documento L^AT_EX. Por ejemplo:

```
\documentclass[12pt,a4paper]{article}
```

```
\usepackage[utf8]{inputenc}
```

```
% para usar el teclado normalmente
```

```
\usepackage[spanish]{babel}
```

```
% selecciona el idioma
```

```
\usepackage[T1]{fontenc}
```

```
% gestión de fuentes con acentos
```

El preámbulo

Comenzar como con cualquier documento \LaTeX . Por ejemplo:

```
\documentclass[12pt,a4paper]{article}
```

```
\usepackage[utf8]{inputenc}
```

```
% para usar el teclado normalmente
```

```
\usepackage[spanish]{babel}
```

```
% selecciona el idioma
```

```
\usepackage[T1]{fontenc}
```

```
% gestión de fuentes con acentos
```

Cargar el paquete TikZ:

```
\usepackage{tikz}
```

```
% paquetes TikZ / pgf para los dibujos
```

El preámbulo

Comenzar como con cualquier documento \LaTeX . Por ejemplo:

```
\documentclass[12pt,a4paper]{article}
```

```
\usepackage[utf8]{inputenc}           % para usar el teclado normalmente
\usepackage[spanish]{babel}          % selecciona el idioma
\usepackage[T1]{fontenc}             % gestión de fuentes con acentos
```

Cargar el paquete TikZ:

```
\usepackage{tikz}                     % paquetes TikZ / pgf para los dibujos
```

Si se usa la opción *spanish* de *babel*, es importante añadir la siguiente *librería* (por conflictos entre paquetes):

```
\usetikzlibrary{babel}                % para evitar conflictos entre TikZ y babel
```

El preámbulo

Comenzar como con cualquier documento L^AT_EX. Por ejemplo:

```
\documentclass[12pt,a4paper]{article}
```

```
\usepackage[utf8]{inputenc}           % para usar el teclado normalmente  
\usepackage[spanish]{babel}          % selecciona el idioma  
\usepackage[T1]{fontenc}             % gestión de fuentes con acentos
```

Cargar el paquete TikZ:

```
\usepackage{tikz}                     % paquetes TikZ / pgf para los dibujos
```

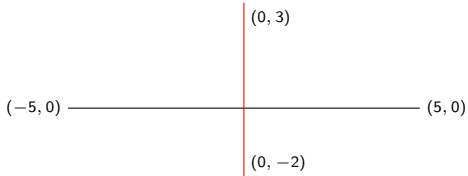
Si se usa la opción *spanish* de *babel*, es importante añadir la siguiente *librería* (por conflictos entre paquetes):

```
\usetikzlibrary{babel}                % para evitar conflictos entre TikZ y babel
```

Para algunas cosas especiales, añadir alguna *librería*:

```
\usetikzlibrary{arrows.meta}          % para los extremos de los arcos  
\usetikzlibrary{shapes.geometric}     % para las formas de los nodos  
\usetikzlibrary{positioning}         % para los nodos
```

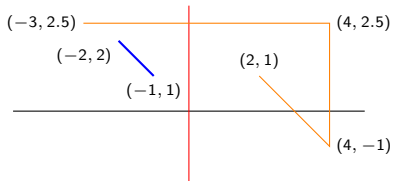
Ejemplo 1: primeros pasos



```
\begin{tikzpicture}
\draw (-5,0) -- (5,0);
\draw[red] (0,-2) -- (0,3);
```

```
\end{tikzpicture}
```

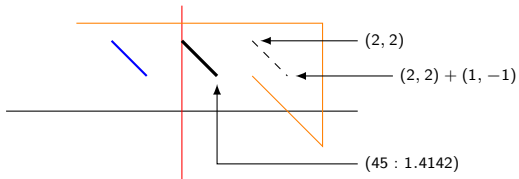
Ejemplo 1: primeros pasos



```
\begin{tikzpicture}
\draw (-5,0) -- (5,0);
\draw[red] (0,-2) -- (0,3);
\draw[blue, thick] (-2,2) -- (-1,1);
\draw[orange] (2,1) -- (4,-1) -- (4,2.5) -- (-3,2.5);
```

```
\end{tikzpicture}
```

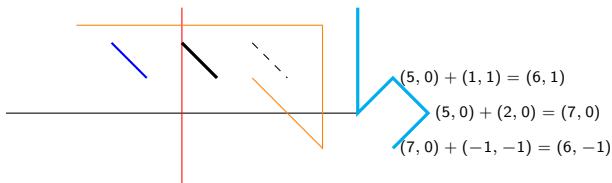

Ejemplo 1: primeros pasos



```
\begin{tikzpicture}
\draw (-5,0) -- (5,0);
\draw[red] (0,-2) -- (0,3);
\draw[blue, thick] (-2,2) -- (-1,1);
\draw[orange] (2,1) -- (4,-1) -- (4,2.5) -- (-3,2.5);
\draw[very thick] (0,2) -- (45:1.4142);
\draw[dashed] (2,2) -- +(1,-1);
```

```
\end{tikzpicture}
```

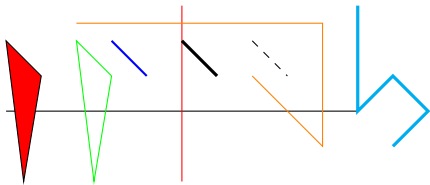
Ejemplo 1: primeros pasos



```
\begin{tikzpicture}
\draw (-5,0) -- (5,0);
\draw[red] (0,-2) -- (0,3);
\draw[blue, thick] (-2,2) -- (-1,1);
\draw[orange] (2,1) -- (4,-1) -- (4,2.5) -- (-3,2.5);
\draw[very thick] (0,2) -- (45:1.4142);
\draw[dashed] (2,2) -- +(1,-1);
\draw[very thick, cyan] (5,3) -- (5,0) -- +(1,1) -- ++(2,0) -- +(-1,-1);
```

```
\end{tikzpicture}
```

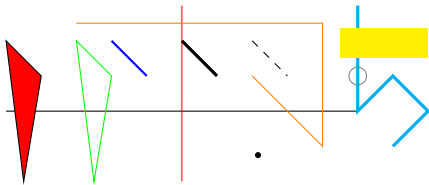
Ejemplo 1: primeros pasos



```
\begin{tikzpicture}
\draw (-5,0) -- (5,0);
\draw[red] (0,-2) -- (0,3);
\draw[blue, thick] (-2,2) -- (-1,1);
\draw[orange] (2,1) -- (4,-1) -- (4,2.5) -- (-3,2.5);
\draw[very thick] (0,2) -- (45:1.4142);
\draw[dashed] (2,2) -- +(1,-1);
\draw[very thick, cyan] (5,3) -- (5,0) -- +(1,1) -- ++(2,0) -- +(-1,-1);
\draw[green] (-2,1) -- (-2.5,-2) -- (-3,2) -- (-2,1);
\filldraw[draw=black, fill=red] (-4,1) -- (-4.5,-2) -- (-5,2) -- cycle;

\end{tikzpicture}
```

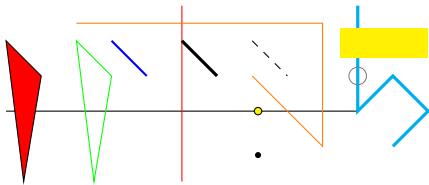
Ejemplo 1: primeros pasos



```
\begin{tikzpicture}
\draw (-5,0) -- (5,0);
\draw[red] (0,-2) -- (0,3);
\draw[blue, thick] (-2,2) -- (-1,1);
\draw[orange] (2,1) -- (4,-1) -- (4,2.5) -- (-3,2.5);
\draw[very thick] (0,2) -- (45:1.4142);
\draw[dashed] (2,2) -- +(1,-1);
\draw[very thick, cyan] (5,3) -- (5,0) -- +(1,1) -- ++(2,0) -- +(-1,-1);
\draw[green] (-2,1) -- (-2.5,-2) -- (-3,2) -- (-2,1);
\filldraw[draw=black, fill=red] (-4,1) -- (-4.5,-2) -- (-5,2) -- cycle;
\draw[gray] (5,1) circle[radius=0.25];
\fill[yellow] (4.5,1.5) rectangle (7,2.35);
\filldraw (-30:2.5) circle[radius=2pt];

\end{tikzpicture}
```

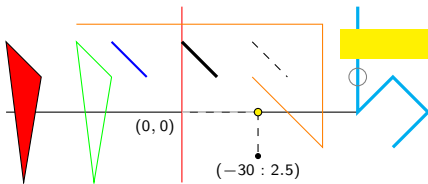
Ejemplo 1: primeros pasos



```
\begin{tikzpicture}
\draw (-5,0) -- (5,0);
\draw[red] (0,-2) -- (0,3);
\draw[blue, thick] (-2,2) -- (-1,1);
\draw[orange] (2,1) -- (4,-1) -- (4,2.5) -- (-3,2.5);
\draw[very thick] (0,2) -- (45:1.4142);
\draw[dashed] (2,2) -- +(1,-1);
\draw[very thick, cyan] (5,3) -- (5,0) -- +(1,1) -- ++(2,0) -- +(-1,-1);
\draw[green] (-2,1) -- (-2.5,-2) -- (-3,2) -- (-2,1);
\filldraw[draw=black, fill=red] (-4,1) -- (-4.5,-2) -- (-5,2) -- cycle;
\draw[gray] (5,1) circle[radius=0.25];
\fill[yellow] (4.5,1.5) rectangle (7,2.35);
\filldraw (-30:2.5) circle[radius=2pt];
\filldraw[fill=yellow, draw=black] circle[radius=3pt];

\end{tikzpicture}
```

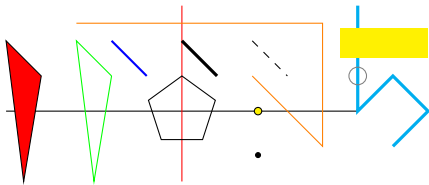
Ejemplo 1: primeros pasos



```
\begin{tikzpicture}
\draw (-5,0) -- (5,0);
\draw[red] (0,-2) -- (0,3);
\draw[blue, thick] (-2,2) -- (-1,1);
\draw[orange] (2,1) -- (4,-1) -- (4,2.5) -- (-3,2.5);
\draw[very thick] (0,2) -- (45:1.4142);
\draw[dashed] (2,2) -- +(1,-1);
\draw[very thick, cyan] (5,3) -- (5,0) -- +(1,1) -- ++(2,0) -- +(-1,-1);
\draw[green] (-2,1) -- (-2.5,-2) -- (-3,2) -- (-2,1);
\filldraw[draw=black, fill=red] (-4,1) -- (-4.5,-2) -- (-5,2) -- cycle;
\draw[gray] (5,1) circle[radius=0.25];
\fill[yellow] (4.5,1.5) rectangle (7,2.35);
\filldraw (-30:2.5) circle[radius=2pt];
\filldraw[fill=yellow, draw=black] (-30:2.5 |- 0,0) circle[radius=3pt];

\end{tikzpicture}
```

Ejemplo 1: primeros pasos



```
\begin{tikzpicture}
\draw (-5,0) -- (5,0);
\draw[red] (0,-2) -- (0,3);
\draw[blue, thick] (-2,2) -- (-1,1);
\draw[orange] (2,1) -- (4,-1) -- (4,2.5) -- (-3,2.5);
\draw[very thick] (0,2) -- (45:1.4142);
\draw[dashed] (2,2) -- +(1,-1);
\draw[very thick, cyan] (5,3) -- (5,0) -- +(1,1) -- ++(2,0) -- +(-1,-1);
\draw[green] (-2,1) -- (-2.5,-2) -- (-3,2) -- (-2,1);
\filldraw[draw=black, fill=red] (-4,1) -- (-4.5,-2) -- (-5,2) -- cycle;
\draw[gray] (5,1) circle[radius=0.25];
\fill[yellow] (4.5,1.5) rectangle (7,2.35);
\filldraw (-30:2.5) circle[radius=2pt];
\filldraw[fill=yellow, draw=black] (-30:2.5 |- 0,0) circle[radius=3pt];
\draw (90:1) -- (162:1) -- (234:1) -- (306:1) -- (18:1) -- cycle;
\end{tikzpicture}
```

Ejercicio fácil

Convertir el pentágono en una estrella de color azul:



Ejercicio fácil

Convertir el pentágono en una estrella de color azul:



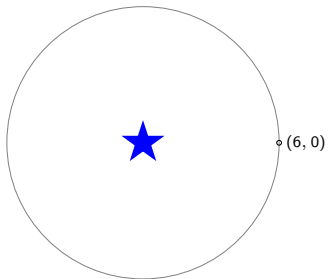
Solución:

```
\draw (90:1) -- (162:1) -- (234:1) -- (306:1) -- (18:1) -- cycle;
```

se convierte en

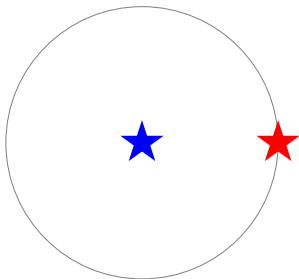
```
\fill[blue] (90:1) -- (234:1) -- (18:1) -- (162:1) -- (306:1) -- cycle;
```

Moviendo la estrella



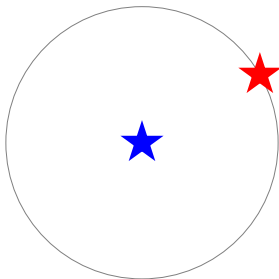
```
\fill[blue] (90:1) -- (234:1) -- (18:1) -- (162:1) -- (306:1) -- cycle;
```

Moviendo la estrella



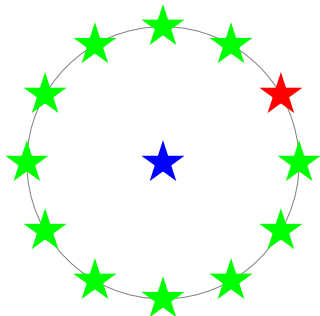
```
\fill[blue] (90:1) -- (234:1) -- (18:1) -- (162:1) -- (306:1) -- cycle;  
\fill[red, shift={(6,0)}] (90:1) -- (234:1) -- (18:1) -- (162:1)  
-- (306:1) -- cycle;
```

Moviendo la estrella



```
\fill[blue] (90:1) -- (234:1) -- (18:1) -- (162:1) -- (306:1) -- cycle;  
\fill[red, shift={(30:6)}] (90:1) -- (234:1) -- (18:1) -- (162:1)  
-- (306:1) -- cycle;
```

Moviendo la estrella



```
\fill[blue] (90:1) -- (234:1) -- (18:1) -- (162:1) -- (306:1) -- cycle;  
\fill[red, shift={(30:6)}] (90:1) -- (234:1) -- (18:1) -- (162:1)  
-- (306:1) -- cycle;
```

Doce aún, pero si fueran 50... ¿Hay alguna orden de repetición?

Ejemplo 2: la bandera de la UE



```
\begin{tikzpicture}[scale=0.2]  
\fill[blue] (-13.5,-9) rectangle (13.5,9);
```

```
\end{tikzpicture}
```

Ejemplo 2: la bandera de la UE



```
\begin{tikzpicture}[scale=0.2]
\fill[blue] (-13.5,-9) rectangle (13.5,9);

\fill[yellow, shift={( :6)}] (90:1) -- (234:1) -- (18:1) --
(162:1) -- (306:1) -- cycle;

\end{tikzpicture}
```

Ejemplo 2: la bandera de la UE



```
\begin{tikzpicture}[scale=0.2]
\fill[blue] (-13.5,-9) rectangle (13.5,9);
\foreach \n in {0,30,...,330}
{
  \fill[yellow, shift={(\n:6)}] (90:1) -- (234:1) -- (18:1) --
  (162:1) -- (306:1) -- cycle;
}
\end{tikzpicture}
```

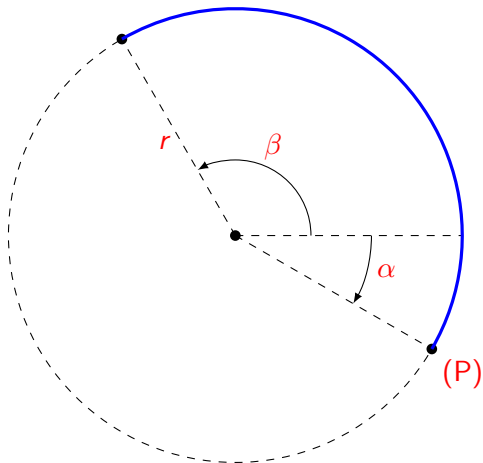

Ejemplo 2: la bandera de la UE



```
\definecolor{azulUE}{rgb}{0,0.2,0.6}
\definecolor{amarilloUE}{rgb}{1,0.8,0}

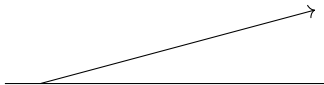
\begin{tikzpicture}[scale=0.2]
\fill[azulUE] (-13.5,-9) rectangle (13.5,9);
\foreach \n in {0,30,...,330}
{
\fill[amarilloUE, shift={(\n:6)}] (90:1) -- (234:1) -- (18:1) --
(162:1) -- (306:1) -- cycle;
}
\end{tikzpicture}
```

La orden arc



```
\draw (P) arc[start angle= $\alpha$ , end angle= $\beta$ , radius= $r$ ];
```

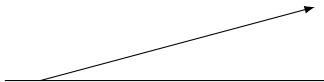
Ejemplo 3: flechas, círculos, arcos...



```
\begin{tikzpicture}
\draw[->] (0,0) -- (15:8cm);
\draw (-1,0) -- (8,0);
```

```
\end{tikzpicture}
```

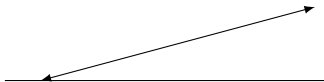
Ejemplo 3: flechas, círculos, arcos...



```
\begin{tikzpicture}[>=latex]  
\draw[->] (0,0) -- (15:8cm);  
\draw (-1,0) -- (8,0);
```

```
\end{tikzpicture}
```

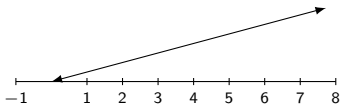
Ejemplo 3: flechas, círculos, arcos...



```
\begin{tikzpicture}[>=latex]
\draw[<->] (0,0) -- (15:8cm);
\draw (-1,0) -- (8,0);
```

```
\end{tikzpicture}
```

Ejemplo 3: flechas, círculos, arcos...

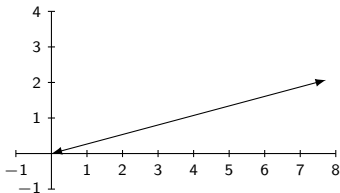


```
\begin{tikzpicture}[>=latex]
\draw[<->] (0,0) -- (15.8cm);
\draw (-1,0) -- (8,0);

\foreach \n in {-1,1,2,...,8}
{
  \draw (\n,0) + (0,0.1) -- + (0,-0.1) node[below]{\n};
}

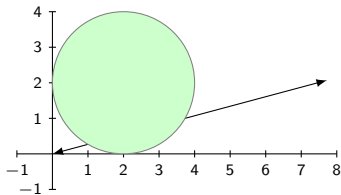
\end{tikzpicture}
```

Ejemplo 3: flechas, círculos, arcos...



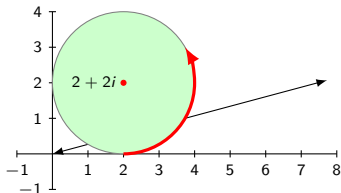
```
\begin{tikzpicture}[>=latex]
\draw[<->] (0,0) -- (15:8cm);
\draw (-1,0) -- (8,0);
\draw (0,-1) -- (0,4);
\foreach \n in {-1,1,2,...,8}
{
  \draw (\n,0) + (0,0.1) -- + (0,-0.1) node[below]{$\n$};
}
\foreach \n in {-1,1,2,3,4}
{
  \draw (0,\n) + (0.1,0) -- + (-0.1,0) node[left]{$\n$};
}
\end{tikzpicture}
```

Ejemplo 3: flechas, círculos, arcos...



```
\filldraw[draw=gray, thin, fill=green!20!white] (2,2) circle[radius=2];
```

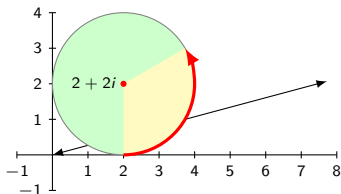

Ejemplo 3: flechas, círculos, arcos...



```
\filldraw[draw=gray, thin, fill=green!20!white] (2,2) circle[radius=2];
```

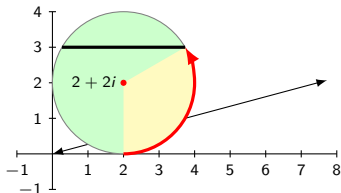
```
\filldraw[red] (2,2) circle[radius=2pt] node[left, black]{$2+2i$};  
\draw[very thick, red, ->] (2,0) arc[start angle=-90, end angle=30,  
radius=2cm];
```

Ejemplo 3: flechas, círculos, arcos...



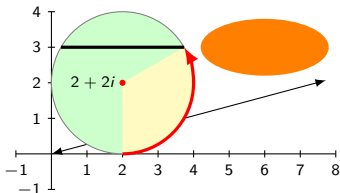
```
\filldraw[draw=gray, thin, fill=green!20!white] (2,2) circle[radius=2];  
\fill[yellow!30!white] (2,0) arc[start angle=-90, end angle=30,  
radius=2cm] -- (2,2) -- cycle;  
\filldraw[red] (2,2) circle[radius=2pt] node[left, black]{$2+2i$};  
\draw[very thick, red, ->] (2,0) arc[start angle=-90, end angle=30,  
radius=2cm];
```

Ejemplo 3: flechas, círculos, arcos...



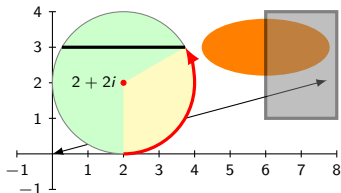
```
\filldraw[draw=gray, thin, fill=green!20!white] (2,2) circle[radius=2];  
\fill[yellow!30!white] (2,0) arc[start angle=-90, end angle=30,  
radius=2cm] -- (2,2) -- cycle;  
\filldraw[red] (2,2) circle[radius=2pt] node[left, black]{$2+2i$};  
\draw[very thick, red, ->] (2,0) arc[start angle=-90, end angle=30,  
radius=2cm];  
\draw[very thick, black] (2,2) + (30:2cm) -- + (150:2cm);
```

Ejemplo 3: flechas, círculos, arcos...



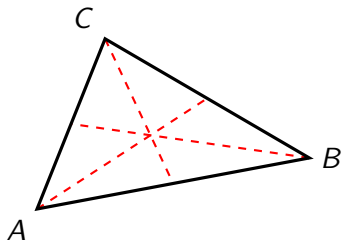
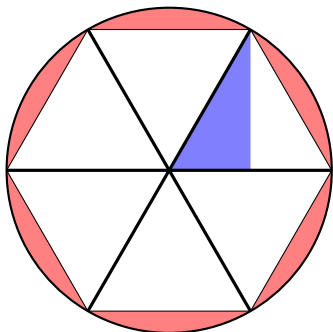
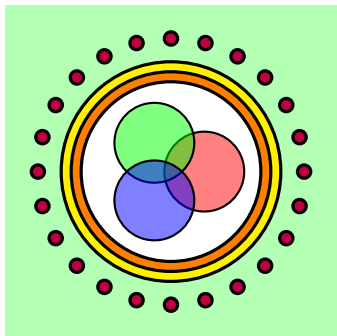
```
\fill[orange] (6,3) circle[x radius=1.8, y radius = 0.8];
```

Ejemplo 3: flechas, círculos, arcos...

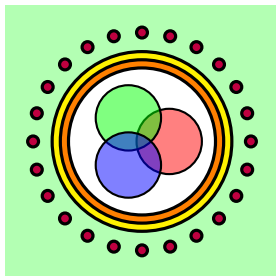


```
\fill[orange] (6,3) circle[x radius=1.8, y radius = 0.8];  
\filldraw[draw=black, very thick, fill=gray, opacity=0.5]  
  (6,1) rectangle (8,4);
```

Ejercicios



Una solución del primer ejercicio



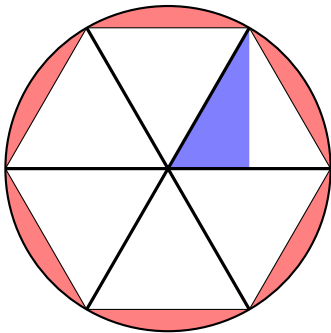
```
\begin{tikzpicture}[scale=0.75]
\fill[green!30!white] (-5,-5) rectangle (5,5);

\filldraw[draw=black, very thick, fill=yellow] (0,0) circle[radius=3.3];
\filldraw[draw=black, very thick, fill=orange] (0,0) circle[radius=3];
\filldraw[draw=black, very thick, fill=white] (0,0) circle[radius=2.7];

\filldraw[draw=black,thick,fill=red,fill opacity=0.5] (0:1) circle[radius=12mm];
\filldraw[draw=black,thick,fill=green,fill opacity=0.5] (120:1) circle[radius=12mm];
\filldraw[draw=black,thick,fill=blue,fill opacity=0.5] (-120:1) circle[radius=12mm];

\foreach \n in {0,15,...,345}
{
  \filldraw[draw=black, very thick, fill=purple] (\n:4) circle[radius=0.2];
}
\end{tikzpicture}
```

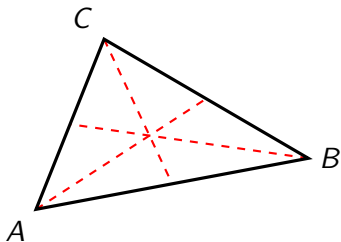
Una solución del segundo ejercicio



```
\begin{tikzpicture}[scale=0.75]
\filldraw[thick, fill=red!50!white] (0,0) circle[radius=5];
\filldraw[fill=white] (0:5) -- (60:5) -- (120:5) -- (180:5) -- (240:5)
-- (300:5) -- cycle;
\fill[blue!50!white] (0,0) -- (60:5) -- (2.5,0) -- cycle;

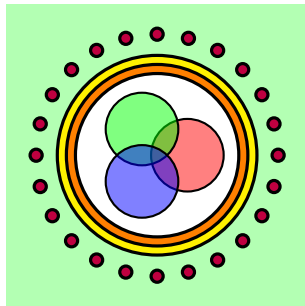
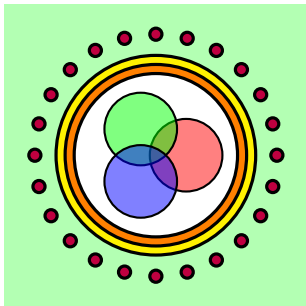
\foreach \an in {0,60,...,300}{ \draw[very thick] (0,0) -- (\an:5); }
\end{tikzpicture}
```


Una solución del tercer ejercicio



```
\begin{tikzpicture}[scale=0.75]
\draw[red, dashed, thick] (0,0) -- (5,3.25); % Punto medio de BC
\draw[red, dashed, thick] (8,1.5) -- (1,2.5); % Punto medio de AC
\draw[red, dashed, thick] (2,5) -- (4,0.75); % Punto medio de AB
\draw[very thick] (0,0) node[below left]{$A$}
-- (8,1.5) node[right]{$B$}
-- (2,5) node[above left]{$C$} -- cycle;
\end{tikzpicture}
```

Donde `\draw` dibuja, `\clip` recorta



```
\begin{tikzpicture}[scale=0.4]% Izquierda
```

```
...
```

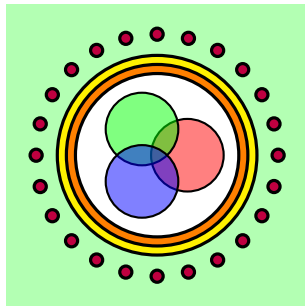
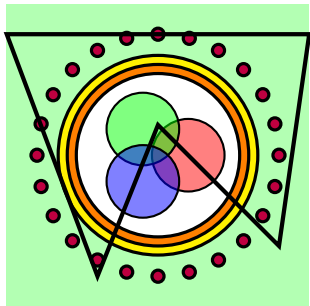
```
\end{tikzpicture}
```

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.4]% Derecha
```

```
...
```

```
\end{tikzpicture}
```

Donde `\draw` dibuja, `\clip` recorta



```
\begin{tikzpicture}[scale=0.4]% Izquierda
```

```
...
```

```
\draw (-2,-4) -- (0,1) -- (4,-3) -- (5,4) -- (-5,4) -- cycle;
```

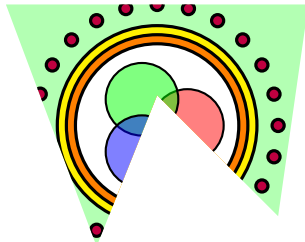
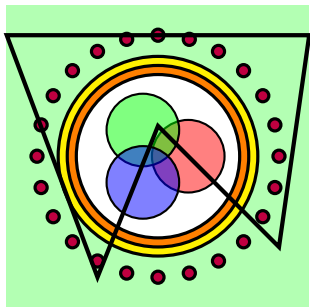
```
\end{tikzpicture}
```

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.4]% Derecha
```

```
...
```

```
\end{tikzpicture}
```

Donde `\draw` dibuja, `\clip` recorta



```
\begin{tikzpicture}[scale=0.4]% Izquierda
```

```
...
```

```
\draw (-2,-4) -- (0,1) -- (4,-3) -- (5,4) -- (-5,4) -- cycle;
```

```
\end{tikzpicture}
```

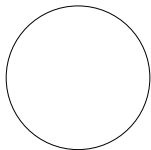
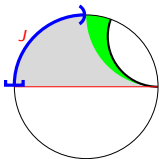
```
\begin{tikzpicture}[scale=0.4]% Derecha
```

```
\clip (-2,-4) -- (0,1) -- (4,-3) -- (5,4) -- (-5,4) -- cycle;
```

```
...
```

```
\end{tikzpicture}
```

Ejemplo 4: recortar parte de una figura



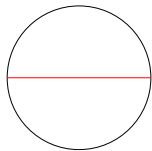
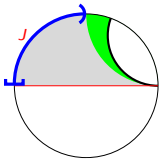
```
\usetikzlibrary{arrows.meta} % para los extremos de los arcos
```

```
\begin{tikzpicture}[scale=2.5]
```

```
\draw[black, very thin] (0,0) circle[radius=1];
```

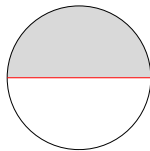
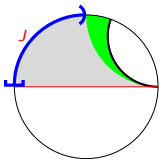
```
\end{tikzpicture}
```

Ejemplo 4: recortar parte de una figura



```
\draw[black, very thin] (0,0) circle[radius=1];  
\draw[red, very thin] (-1,0) -- (1,0);
```

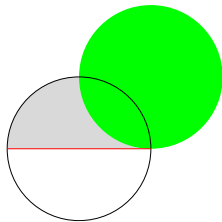
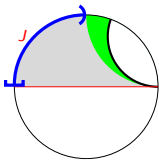
Ejemplo 4: recortar parte de una figura



```
\fill[gray!30!white] (1,0) arc[start angle=0, end angle=180, radius=1cm]
-- cycle;
```

```
\draw[black, very thin] (0,0) circle[radius=1];
\draw[red, very thin] (-1,0) -- (1,0);
```

Ejemplo 4: recortar parte de una figura

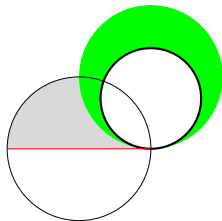
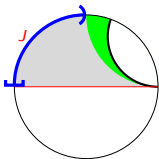


```
\fill[gray!30!white] (1,0) arc[start angle=0, end angle=180, radius=1cm]
-- cycle;
```

```
\fill[green] (1,1) circle[radius=1];
```

```
\draw[black, very thin] (0,0) circle[radius=1];
\draw[red, very thin] (-1,0) -- (1,0);
```


Ejemplo 4: recortar parte de una figura

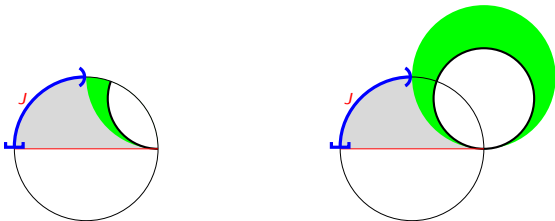


```
\fill[gray!30!white] (1,0) arc[start angle=0, end angle=180, radius=1cm]
-- cycle;
```

```
\fill[green] (1,1) circle[radius=1];
\filldraw[fill=white, draw=black, thick] (1,0.7) circle[radius=0.7];
```

```
\draw[black, very thin] (0,0) circle[radius=1];
\draw[red, very thin] (-1,0) -- (1,0);
```

Ejemplo 4: recortar parte de una figura

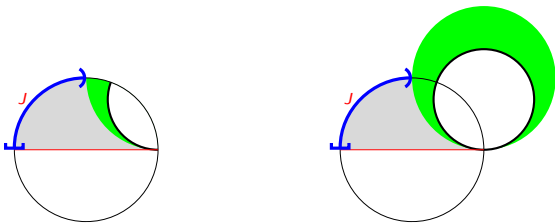


```
\fill[gray!30!white] (1,0) arc[start angle=0, end angle=180, radius=1cm]
-- cycle;
```

```
\fill[green] (1,1) circle[radius=1];
\filldraw[fill=white, draw=black, thick] (1,0.7) circle[radius=0.7];
```

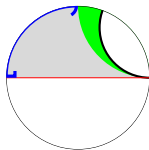
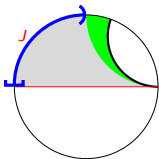
```
\draw[black, very thin] (0,0) circle[radius=1];
\draw[red, very thin] (-1,0) -- (1,0);
\draw[blue, very thick, Bracket-Parentthesis] (-1,0) arc[start angle=180,
end angle=90, radius=1cm] node[left, midway, red]{ $J$ };
```

Ejemplo 4: recortar parte de una figura



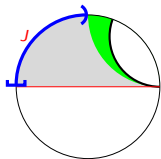
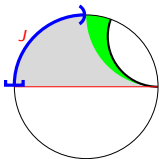
```
\fill[green] (1,1) circle[radius=1];  
\filldraw[fill=white, draw=black, thick] (1,0.7) circle[radius=0.7];
```

Ejemplo 4: recortar parte de una figura



```
\clip (0,0) circle[radius=1];  
\fill[green] (1,1) circle[radius=1];  
\filldraw[fill=white, draw=black, thick] (1,0.7) circle[radius=0.7];
```

Ejemplo 4: recortar parte de una figura



```
\begin{scope}
\clip (0,0) circle[radius=1];
\fill[green] (1,1) circle[radius=1];
\filldraw[fill=white, draw=black, thick] (1,0.7) circle[radius=0.7];
\end{scope}
```

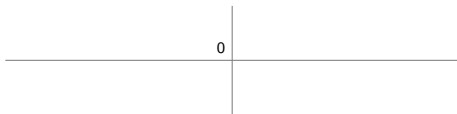
Ejemplo 5: gráficas de funciones



```
\begin{tikzpicture}[scale=1.2]
\draw[thin, gray] (-5,0) -- (5,0);
\draw[thin, gray] (0,-1.2) -- (0,1.2);
```

```
\end{tikzpicture}
```

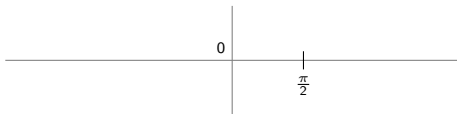
Ejemplo 5: gráficas de funciones



```
\begin{tikzpicture}[scale=1.2]
\draw[thin, gray] (-5,0) -- (5,0);
\draw[thin, gray] (0,-1.2) -- (0,1.2);
\node at (0,0)[above left]{$0$};
```

```
\end{tikzpicture}
```

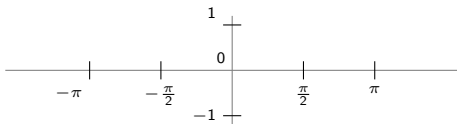
Ejemplo 5: gráficas de funciones



```
\begin{tikzpicture}[scale=1.2]
\draw[thin, gray] (-5,0) -- (5,0);
\draw[thin, gray] (0,-1.2) -- (0,1.2);
\node at (0,0)[above left]{$0$};
\draw ({pi/2},0.2) -- +(0,-0.4) node[below]{$\frac{\pi}{2}$};
```

```
\end{tikzpicture}
```

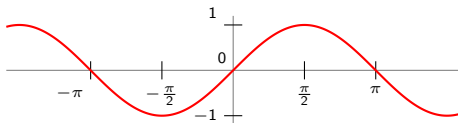

Ejemplo 5: gráficas de funciones



```
\begin{tikzpicture}[scale=1.2]
\draw[thin, gray] (-5,0) -- (5,0);
\draw[thin, gray] (0,-1.2) -- (0,1.2);
\node at (0,0)[above left]{$0$};
\draw ({\pi/2},0.2) -- +(0,-0.4) node[below]{{\frac{\pi}{2}}};
\draw ({-\pi/2},0.2) -- +(0,-0.4) node[below]{{-\frac{\pi}{2}}};
\draw ({\pi},0.2) -- +(0,-0.4) node[below]{{\pi}};
\draw ({-\pi},0.2) -- +(0,-0.4) node[below left]{{-\pi}};
\draw (0.2,1) -- +(-0.4,0) node[above left]{{1}};
\draw (0.2,-1) -- +(-0.4,0) node[left]{{-1}};

\end{tikzpicture}
```

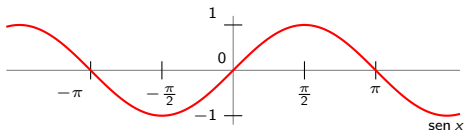
Ejemplo 5: gráficas de funciones



```
\begin{tikzpicture}[scale=1.2]
\draw[thin, gray] (-5,0) -- (5,0);
\draw[thin, gray] (0,-1.2) -- (0,1.2);
\node at (0,0)[above left]{$0$};
\draw ({\pi/2},0.2) -- +(0,-0.4) node[below]{$\frac{\pi}{2}$};
\draw ({-\pi/2},0.2) -- +(0,-0.4) node[below]{$-\frac{\pi}{2}$};
\draw ({\pi},0.2) -- +(0,-0.4) node[below]{$\pi$};
\draw ({-\pi},0.2) -- +(0,-0.4) node[below left]{$-\pi$};
\draw (0.2,1) -- +(-0.4,0) node[above left]{$1$};
\draw (0.2,-1) -- +(-0.4,0) node[left]{$-1$};
\draw[thick, red] plot[domain=-5:5, samples=200] ({\x}, {\sin(\x r)});

\end{tikzpicture}
```

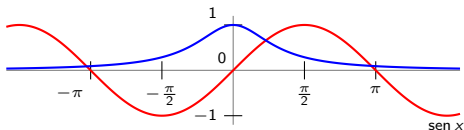
Ejemplo 5: gráficas de funciones



```
\begin{tikzpicture}[scale=1.2]
\draw[thin, gray] (-5,0) -- (5,0);
\draw[thin, gray] (0,-1.2) -- (0,1.2);
\node at (0,0)[above left]{$0$};
\draw (pi/2,0.2) -- +(0,-0.4) node[below]{$\frac{\pi}{2}$};
\draw (-pi/2,0.2) -- +(0,-0.4) node[below]{$-\frac{\pi}{2}$};
\draw (pi,0.2) -- +(0,-0.4) node[below]{$\pi$};
\draw (-pi,0.2) -- +(0,-0.4) node[below left]{$-\pi$};
\draw (0.2,1) -- +(-0.4,0) node[above left]{$1$};
\draw (0.2,-1) -- +(-0.4,0) node[left]{$-1$};
\draw[thick, red] plot[domain=-5:5, samples=200] ({\x}, {\sin(\x r)});
\node at (4.7,-1)[below]{$\sen x$};

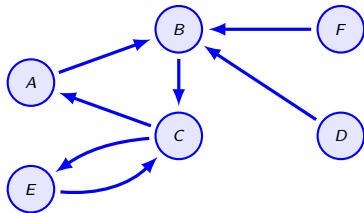
\end{tikzpicture}
```

Ejemplo 5: gráficas de funciones



```
\begin{tikzpicture}[scale=1.2]
\draw[thin, gray] (-5,0) -- (5,0);
\draw[thin, gray] (0,-1.2) -- (0,1.2);
\node at (0,0)[above left]{$0$};
\draw ({pi/2},0.2) -- +(0,-0.4) node[below]{$\frac{\pi}{2}$};
\draw ({-pi/2},0.2) -- +(0,-0.4) node[below]{$-\frac{\pi}{2}$};
\draw (pi,0.2) -- +(0,-0.4) node[below]{$\pi$};
\draw (-pi,0.2) -- +(0,-0.4) node[below left]{$-\pi$};
\draw (0.2,1) -- +(-0.4,0) node[above left]{$1$};
\draw (0.2,-1) -- +(-0.4,0) node[left]{$-1$};
\draw[thick, red] plot[domain=-5:5, samples=200] ({\x}, {\sin(\x r)});
\node at (4.7,-1)[below]{$\sen x$};
\draw[thick, blue] plot[domain=-5:5, samples=200] ({\x}, {1/(1+\x*\x)});
\end{tikzpicture}
```

Ejemplo 6: un grafo



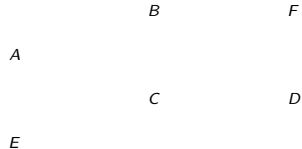
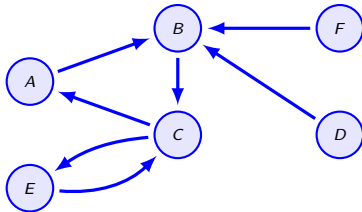
```
\usetikzlibrary{positioning}
```

```
% para los nodos
```

```
\begin{tikzpicture}[scale=1.5]
```

```
\end{tikzpicture}
```

Ejemplo 6: un grafo



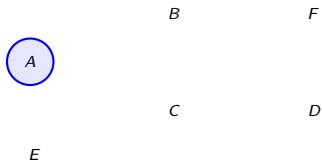
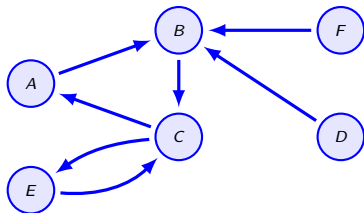
```
\begin{tikzpicture}[scale=1.5,  
node distance=0.5 and 3
```

```
]
```

```
\node (a) {$A$};  
\node (b) [above right=of a] {$B$};  
\node (c) [below right=of a] {$C$};  
\node (d) [right=of c] {$D$};  
\node (e) [below left=of c] {$E$};  
\node (f) [right=of b] {$F$};
```

```
\end{tikzpicture}
```

Ejemplo 6: un grafo



```
\begin{tikzpicture}[scale=1.5,  
node distance=0.5 and 3
```

```
]
```

```
\node[shape=circle, minimum size=35pt, draw=blue, thick,  
fill=blue!10!white] (a) {$A$};
```

```
\node (b) [above right=of a] {$B$};
```

```
\node (c) [below right=of a] {$C$};
```

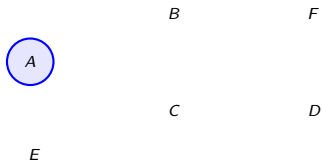
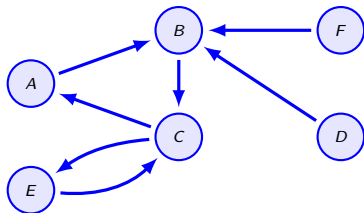
```
\node (d) [right=of c] {$D$};
```

```
\node (e) [below left=of c] {$E$};
```

```
\node (f) [right=of b] {$F$};
```

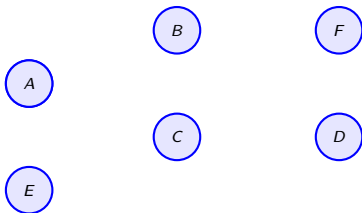
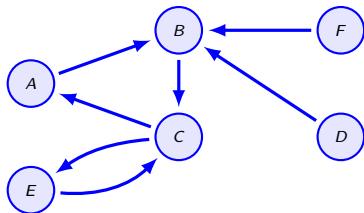
```
\end{tikzpicture}
```

Ejemplo 6: un grafo



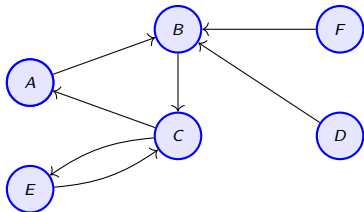
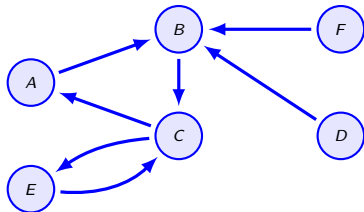
```
\begin{tikzpicture}[scale=1.5,  
node distance=0.5 and 3,  
redondel/.style={shape=circle, minimum size=35pt, draw=blue, thick,  
fill=blue!10!white}]  
\node[shape=circle, minimum size=35pt, draw=blue, thick,  
fill=blue!10!white] (a) {$A$};  
\node (b) [above right=of a] {$B$};  
\node (c) [below right=of a] {$C$};  
\node (d) [right=of c] {$D$};  
\node (e) [below left=of c] {$E$};  
\node (f) [right=of b] {$F$};  
  
\end{tikzpicture}
```


Ejemplo 6: un grafo



```
\begin{tikzpicture}[scale=1.5,  
node distance=0.5 and 3,  
redondel/.style={shape=circle, minimum size=35pt, draw=blue, thick,  
fill=blue!10!white}]  
\node[redondel] (a) {$A$};  
\node[redondel] (b) [above right=of a] {$B$};  
\node[redondel] (c) [below right=of a] {$C$};  
\node[redondel] (d) [right=of c] {$D$};  
\node[redondel] (e) [below left=of c] {$E$};  
\node[redondel] (f) [right=of b] {$F$};  
  
\end{tikzpicture}
```

Ejemplo 6: un grafo



```
\begin{tikzpicture}[scale=1.5]
```

```
\draw[->] (a) -- (b);
```

```
\draw[->] (c) -- (a);
```

```
\draw[->] (b) -- (c);
```

```
\draw[->] (f) -- (b);
```

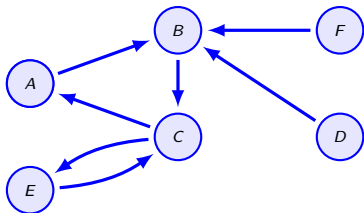
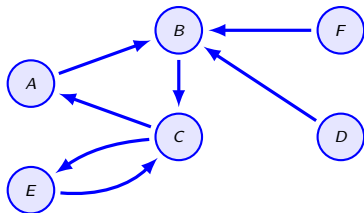
```
\draw[->] (d) -- (b);
```

```
\draw[->] (e) to[bend right=15] (c);
```

```
\draw[->] (c) to[bend right=15] (e);
```

```
\end{tikzpicture}
```

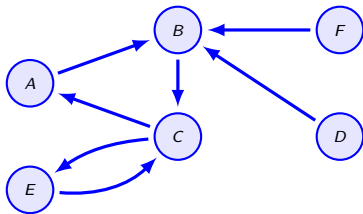
Ejemplo 6: un grafo



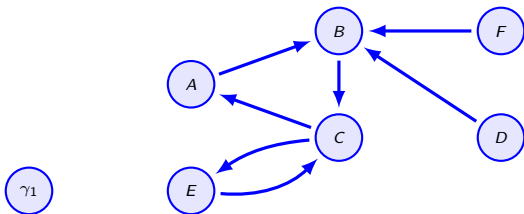
```
\begin{tikzpicture}[scale=1.5,  
flecha/.style={-latex, shorten <=2pt, shorten >=2pt, color=blue,  
very thick}  
]
```

```
\draw[flecha] (a) -- (b);  
\draw[flecha] (c) -- (a);  
\draw[flecha] (b) -- (c);  
\draw[flecha] (f) -- (b);  
\draw[flecha] (d) -- (b);  
\draw[flecha] (e) to[bend right=15] (c);  
\draw[flecha] (c) to[bend right=15] (e);  
\end{tikzpicture}
```

Ejemplo 6: un grafo, continuación



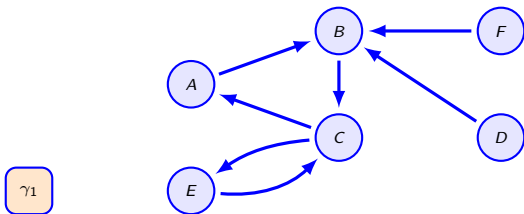
Ejemplo 6: un grafo, continuación



```
\node[redondel  
(g) [left=of e] {\gamma_1};
```

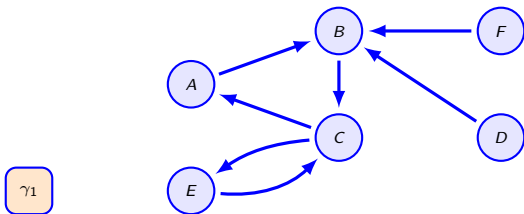
]

Ejemplo 6: un grafo, continuación



```
\node[redonde1, shape=rectangle, fill=orange!20!white, rounded corners]  
(g) [left=of e] {\gamma_1};
```

Ejemplo 6: un grafo, continuación

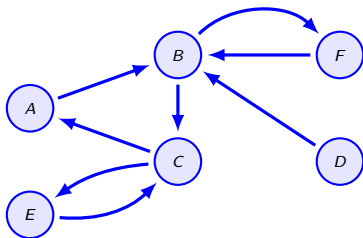


γ_1

```
\draw[flecha] (e) to[bend right=25] (c);
```

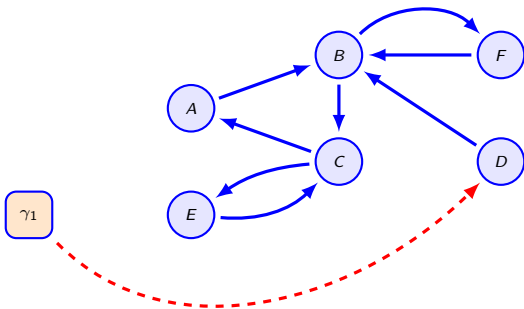
Ejemplo 6: un grafo, continuación

γ_1



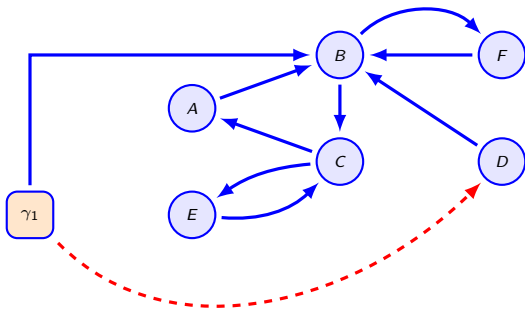
```
\draw[flecha] (e) to[bend right=25] (c);  
\draw[flecha] (b) to[out=45,in=135] (f);
```


Ejemplo 6: un grafo, continuación



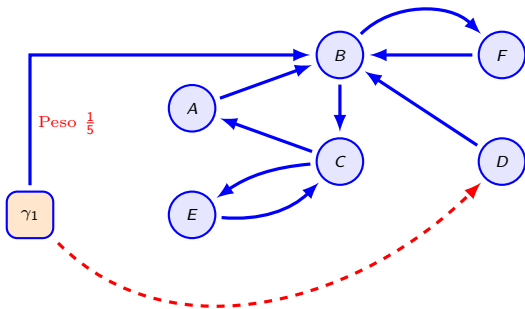
```
\draw[flecha, dashed, red] (g) to[out=-45,in=225] (d);
```

Ejemplo 6: un grafo, continuación



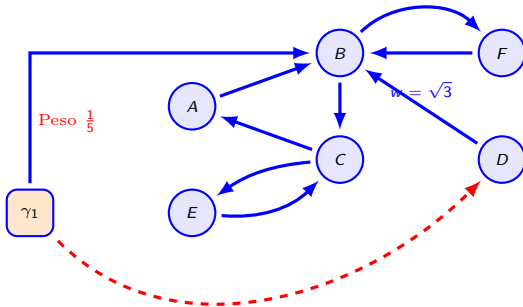
```
\draw[flecha] (g) |- (b);
```

Ejemplo 6: un grafo, continuación



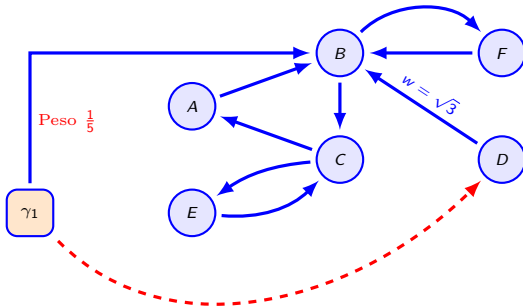
```
\draw[flecha] (g) |- node[near start,right,red]{Peso  $\frac{1}{5}$ } (b);
```

Ejemplo 6: un grafo, continuación



```
\draw[flecha] (d) -- node[midway,above]{$w = \sqrt{3}$} (b);
```

Ejemplo 6: un grafo, continuación



```
\draw[flecha] (d) -- node[midway,above,sloped]{$w = \sqrt{3}$} (b);
```

Esta presentación

Esta presentación se puede descargar:

<http://anamat.unizar.es/latex/PresentacionTikZ.pdf>