

El universo

Rodrigo De Castro Korgi

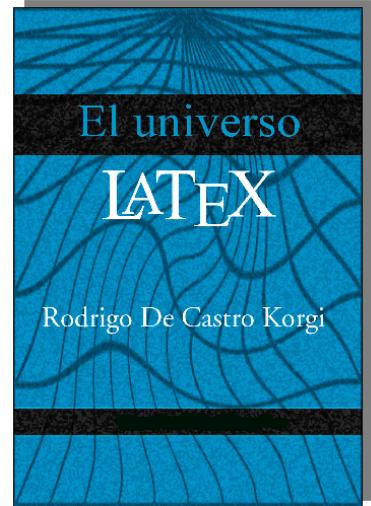
Resumen interactivo

preparado en colaboración con

Federico García De Castro

Presentación

- 1** T_EX, L^AT_EX y L^AT_EX 2 ϵ
- 2** Estructura de un documento L^AT_EX
- 3** Herramientas de edición básicas
- 4** Matemáticas
- 5** Tablas
- 6** Manejo de documentos grandes
- 7** El ambiente gráfico de L^AT_EX 2 ϵ
- 8** Otras herramientas de L^AT_EX 2 ϵ
- 9** El uso de otras fuentes en documentos L^AT_EX 2 ϵ
- 10** Documentos L^AT_EX interactivos
- 11** Gráficas con el paquete PSTricks
- 12** Gráficas con el paquete PICTEX
- 13** Otros paquetes importantes





Presentación

La versión electrónica de *El Universo L^AT_EX* coincide con la versión impresa, en la distribución del contenido por capítulos y secciones, pero posee lujos prohibidos en el papel: el uso ilimitado de colores y la interactividad de los enlaces y el hipertexto. Se trata de un resumen electrónico que enriquece y complementa la presentación del libro, pero no lo reemplaza ya que no contiene exposiciones detalladas de todos los tópicos y, en el caso de los más delicados, el usuario es remitido al libro para las explicaciones pertinentes.

Convenciones: navegación y colores

- La navegación se realiza a través del panel de *Marcadores* (*Bookmarks*) o tabla de contenido interactiva, característica de los documentos PDF.
- Cuando la exposición de un tema particular requiere varias páginas, las flechas verdes interactivas y sirven para avanzar a la siguiente página o retroceder a la anterior, respectivamente.

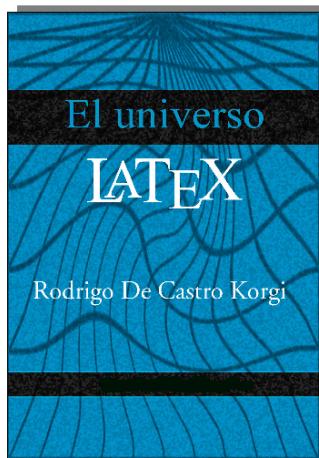


- Cada vez que se defina un comando o entorno, éste aparecerá destacado dentro de una **caja**.
- El color **morado** significa que hay uno o más ejemplos disponibles para un comando, un entorno o algún tópico particular. Un *click* sobre el enlace conducirá a dicho ejemplo.
- El color **azul** conduce a una figura o tabla que amplía la información del texto.
- El color **rojo** conduce a la explicación (generalmente en el texto principal) de un comando, un entorno o un tema particular.
- El color **verde** aparece en los ejemplos e identifica el comando, entorno o tópico para el cual se diseñó específicamente un ejemplo.
- Los comandos o entornos presentados en el texto, tablas o ejemplos, son enlaces activos y tienen, por lo general, color negro si pertenecen a capítulos diferentes del actual. Para mayor énfasis, algunos de estos enlaces son rojos.
- Las búsquedas de palabras o tópicos se pueden realizar con la interfaz de Acrobat Reader (en el menú Edit o Edición) pero están limitadas a capítulos o documentos individuales.



T_EX, L_AT_EX y L_AT_EX 2_ε

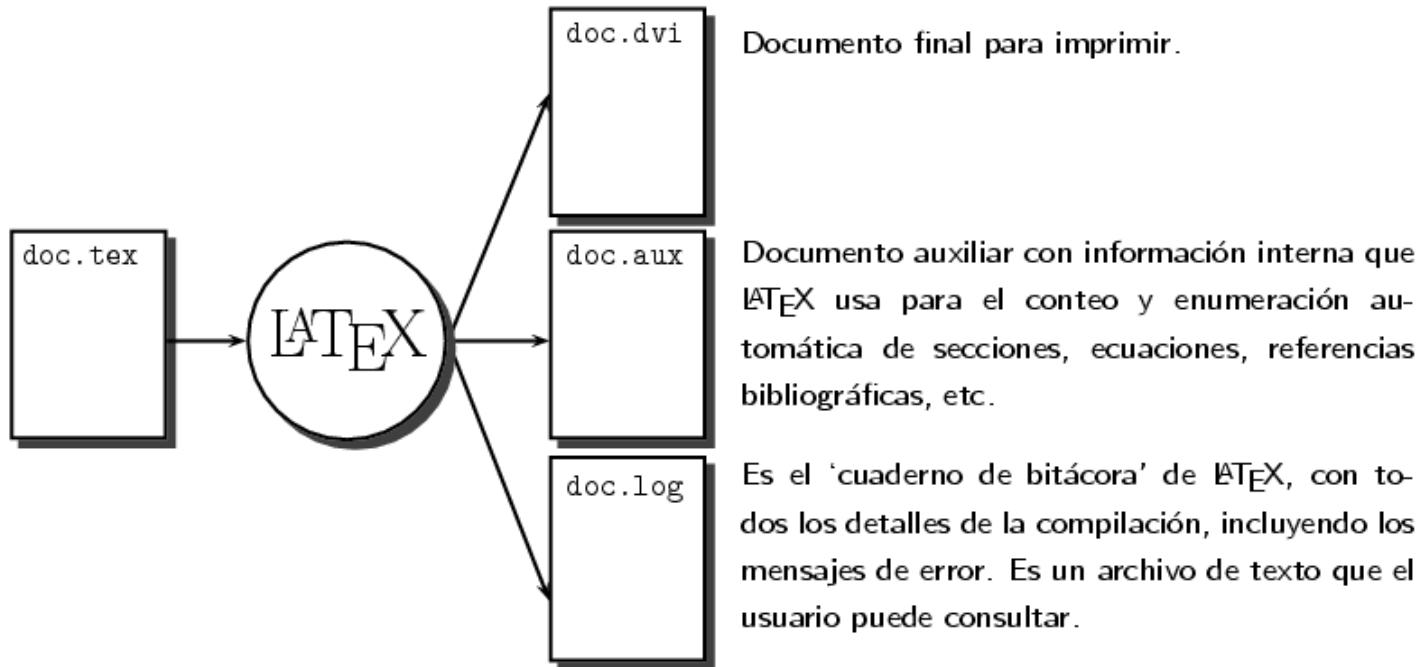
El lector puede consultar el libro (páginas 1–3) para una descripción histórica de T_EX, L_AT_EX y L_AT_EX 2_ε. Allí aparece también información sobre el proyecto L_AT_EX 3 y la red mundial de software T_EX, conocida como CTAN (*Comprehensive T_EX Archive Network*).





Estructura de un documento L^AT_EX

2.1 L^AT_EX-nica de procesamiento de documentos





El documento de entrada ‘`—.tex`’ se escribe utilizando libremente todos los caracteres del teclado, excepto los siguientes, que son *caracteres reservados*:

\ { } \$ % & # ~ ^ _ |

Entre éstos se destaca el *backslash* \ ya que todo comando o instrucción en T_EX y en L^AT_EX comienza con dicho símbolo. Por ejemplo, `\TeX` produce T_EX, y `\LaTeX` produce L^AT_EX. Para obtener explícitamente los caracteres reservados existen [comandos específicos](#).

L^AT_EX procesa el texto de entrada en uno de tres modos:

- Modo normal o modo de párrafo (en inglés, *paragraph mode*). Es el modo de procesamiento más natural para el usuario: el texto se separa en renglones, párrafos y páginas.
- Modo ID o modo Izquierda-Derecha (en inglés, *LR mode*). Es similar al modo normal, excepto que L^AT_EX escribe indefinidamente de izquierda a derecha y nunca comienza un nuevo renglón. Las [cajas](#) son el ejemplo típico de modo ID.
- Modo matemático (en inglés, *math mode*). Modo al cual entra L^AT_EX cuando encuentra el símbolo \$ o algo como `\begin{equation}`. Véase al respecto el [Capítulo 4, Matemáticas](#).





- ☞ Para comenzar un nuevo párrafo se deja una línea en blanco.
- ☞ L^AT_EX ignora, en el documento fuente, cualquier espacio en blanco que siga a otro espacio, y cualquier línea en blanco que siga a otra.
- ☞ L^AT_EX ignora el símbolo **%** y todo lo que aparece a su derecha. Por lo tanto, se puede usar % para incluir comentarios personales en el archivo fuente ‘**—.tex**’. Dichos comentarios no aparecerán en el documento final ‘**—.dvi**’.

2.2 Tipos de comandos L^AT_EX

Comandos simples: son de la forma `\comando` y se usan principalmente para producir símbolos particulares o efectos directos.



Comandos con uno o más argumentos: son de la forma:

```
\comando{...}{...}...{...}
```

donde los `{...}` representan los valores concretos asumidos por los argumentos. Algunos comandos tienen uno o más argumentos de opciones, escritos entre paréntesis angulares `[]`. Por lo general, un argumento opcional precede a los argumentos obligatorios, en la forma

```
\comando[opciones]{...}{...}...{...}
```

Declaraciones globales: son comandos simples (es decir, comandos sin argumentos) cuyo alcance se delimita con corchetes o llaves exteriores `{...}`. Al omitir los corchetes exteriores, una declaración global permanece vigente por el resto del documento, a menos que esté incluida en otro grupo delimitado por llaves `{ }` o en una de las estructuras conocidas como **entornos**.



Entornos: son construcciones de la forma:

```
\begin{entorno}
    :
\end{entorno}
```

Las **declaraciones globales** escritas dentro de un entorno sólo tienen efecto local; es decir, hasta que L^AT_EX encuentra la instrucción `\end{entorno}`.

2.3 Tipos de documentos L^AT_EX

Cualquier documento L^AT_EX debe comenzar con el comando:

```
\documentclass[opciones]{estilo o clase}
```

El contenido o *cuerpo del documento* propiamente dicho aparece entre los comandos `\begin{document}` y `\end{document}`:

```
\documentclass[...]{...}  
:  
\begin{document}  
cuerpo del documento     $\Rightarrow$     { :  
                                  \end{document}
```

L^AT_EX ignora todo lo que aparece debajo de la instrucción `\end{document}`.

2.4 El preámbulo de un documento

Se llama preámbulo (en inglés, *preamble*) a la parte de un documento fuente comprendida entre `\documentclass[...]{...}` y `\begin{document}`.

```
\documentclass[...]{...}  
preámbulo  ⇒  { :  
                  \begin{document}  
                  :  
                  \end{document}
```

El preámbulo es una “región” importante porque allí se deben colocar aquellos comandos que modifiquen los parámetros establecidos por defecto para un documento. Algunas instrucciones solamente pueden aparecer en el preámbulo; de lo contrario, o son ignoradas o no afectan la totalidad del documento o conducen a mensajes de error.

2.5 El estilo **article** (artículo)

Estructura básica de un documento en el estilo **article**:

```
\documentclass[opciones]{article}
\title{título}
\author{autor(es)} 
\date{fecha} 
\begin{document}
\maketitle 
\section{título de la sección} 
.....
\subsection{título de la subsección} 
.....
\section{título de la sección}
.....
\subsection{título de la subsección}
.....
\end{document}
```



Además existen los siguientes comandos:

\| sirve para forzar cambios de renglón en el argumento de `\title`, `\author` y `\date`.

\thanks se usa dentro del argumento de `\title`, `\author` y `\date` para producir notas al pie de página.

\subsubsection es el análogo de `\section` y `\subsection` para sub-subsecciones (véase más información sobre divisiones en un documento L^AT_EX).

```
\begin{abstract}  
    texto  
\end{abstract}
```

se usa para el resumen. Se debe colocar después de `\maketitle`. El resumen aparece en letra más pequeña, inmediatamente antes del texto del artículo (o en una página separada si se usa la opción `titlepage`), y bajo el rótulo ‘Abstract’ (o ‘Resumen’ si se usa `babel`, opción `spanish`).

2.6 El estilo **book** (libro)

Se accede a este estilo por medio de `\documentclass[opciones]{book}`. La estructura básica del estilo **book** es similar a la de **article**, con las siguientes diferencias:

- Además de `\section`, `\subsection` y `\subsubsection`, existe el comando `\chapter` para capítulos numerados, y su correspondiente versión estrella `\chapter*` para capítulos no numerados (véase más información sobre [divisiones en un documento](#)).
- Los capítulos comienzan en páginas de numeración impar, a menos que se use la opción `openany`.
- El título producido por `\maketitle` aparece en una página separada.
- El entorno `abstract` no está disponible.

☞ L^AT_EX tiene herramientas especiales para el [manejo de documentos grandes](#).

2.7 El estilo **report** (reporte o informe)

Se accede a este estilo por medio de `\documentclass[opciones]{report}`. La estructura básica del estilo **report** es similar a la de **book**, con las siguientes diferencias:

- El estilo **report** está diseñado para impresión a una sola cara (opción `oneside`).
- Los capítulos pueden comenzar en páginas de numeración par o impar (opción `openany`).
- Las páginas se numeran en la parte inferior y no hay encabezados (véase más información sobre el [formato de página](#)).
- El entorno **abstract** está disponible; el resumen se imprime en una página independiente, no numerada, adicional a la página del título.

2.8 El uso de paquetes

Un *paquete* (en inglés, *package*) es un conjunto de macros (es decir, instrucciones T_EX o L^AT_EX) diseñado para simplificar las tareas de edición o agregar nuevos recursos. Para acceder a un paquete determinado se coloca la instrucción

```
\usepackage[opciones]{paquete}
```

El *paquete* propiamente dicho hace referencia al archivo *paquete.sty*, que debe estar previamente instalado. Las *opciones* dependen del paquete mismo.

- ☞ Algunos paquetes tienen status “oficial” y vienen pre-instalados en la mayoría de las implementaciones de T_EX y L^AT_EX; nos referimos a ellos como “paquetes estándares de L^AT_EX 2_ε”.
- ☞ \usepackage sólo se puede usar en el **preámbulo** del documento.
- ☞ Se pueden cargar varios paquetes con sendos \usepackage, o separándolos con comas dentro del argumento *paquete*.



Para detalles sobre la instalación de nuevos paquetes véase el Apéndice C del libro.

2.9 El paquete **babel**

El paquete **babel**  ayuda a generar documentos L^AT_EX en idiomas diferentes al inglés. Los patrones de **partición silábica** y los **rótulos** se acomodan al idioma especificado por **babel**.

\usepackage[idioma(s)]{babel} carga el paquete **babel** con los *idiomas* indicados, separados por comas. El último de éstos será el idioma principal del documento.

\selectlanguage{idioma} indica a **babel** el cambio de idioma dentro de un documento.

\languagename imprime el nombre del idioma vigente.

-  Para tener acceso a los patrones de partición silábica utilizados por **babel** hay que seguir el procedimiento indicado en el Apéndice B del libro.
-  A lo largo de *El Universo L^AT_EX* se hace referencia a la opción **spanish** (español) del paquete **babel**. El lector encontrará información más detallada sobre ésta en la página 21 del libro.

2.10 El formato de página

L^AT_EX divide la página en **sectores**. Con los siguientes comandos se controla el formato de página:

`\pagestyle{formato}` controla el contenido de los encabezados y pies de página. El *formato* puede ser uno de los siguientes:

empty: no hay encabezados ni páginas numeradas.

plain: no hay encabezados y los números de las páginas aparecen centrados en el sector ‘Pie de página’. Éste es el formato escogido por defecto en los estilos **article** y **report**.

headings: formato escogido por defecto en el estilo **book**. Genera encabezados con los números de las páginas y los títulos de capítulos y secciones. Véanse los detalles en la página 23 del libro.

myheadings: genera encabezados con los números de las páginas y texto adicional introducido por los comandos **\markboth** y **\markright**.

`\thispagestyle{formato}` funciona igual que `\{pagestyle}` pero sólo afecta la página actual. 



`\markboth{encabezado izquierdo}{encabezado derecho}` se usa con el formato **myheadings** para especificar el contenido de los encabezados.

`\markright{encabezado derecho}` tiene exactamente el mismo efecto que `\markboth{}{encabezado derecho}`.

- ☞ Los **comandos divisionales** tienen un argumento opcional para encabezados.
- ☞ Los comandos estrella `\chapter*`, `\section*`, etc no son tenidos en cuenta por L^AT_EX para los encabezados.



El paquete **fancyhdr** permite crear encabezados y pies de página “vistosos”; se describe en el libro (sección 13.1, páginas 426–428). Un paquete relacionado es **fncychap**, el cual permite modificar la presentación de los capítulos; se describe en la sección 13.3 (páginas 430–432).

2.11 Unidades de medida y longitudes en L^AT_EX

L^AT_EX reconoce ciertas **unidades de medida**, con las cuales se deben presentar todas las dimensiones. Una dimensión puede ser positiva o negativa.

Los comandos de L^AT_EX que controlan longitudes específicas se llaman *parámetros de longitud*. Para modificar el valor de un determinado parámetro de longitud, \paramt, se usa la instrucción

```
\setlength{\paramt}{longitud}
```

con la cual \paramt adquiere la *longitud* señalada. Usamos \setlength, por ejemplo, para **modificar los parámetros que controlan el formato de página**.

- ☞ La siguiente igualdad es útil como referencia: $1\text{ cm} = 28.5\text{ pt}$.
- ☞ Algunos parámetros de T_EX y L^AT_EX utilizan *longitudes elásticas*, las cuales se pueden expandir o contraer una determinada magnitud.

2.12 Numeración de las páginas

Por defecto, L^AT_EX numera las páginas usando números arábigos 1, 2, . . . , pero se puede usar otro *estilo de numeración* por medio del comando

```
\pagenumbering{estilo de numeración}
```

- ☞ En un mismo documento se pueden usar varios `\pagenumbering{...}` para cambiar el tipo de numeración; sin embargo, cada vez que se use, el conteo de páginas se reinicia en 1.
- ☞ L^AT_EX lleva el conteo de las páginas por medio del **contador** `page`. El usuario puede **modificar el valor y el estilo de un contador**.

2.13 Modificaciones del formato de página

Las dimensiones del formato de página están controladas por varios parámetros, cuyos valores por defecto dependen del estilo declarado en \documentclass.

2.13.1 El paquete layout

El paquete layout  se puede utilizar para ver los valores de los parámetros que controlan el formato de página del documento que se está procesando. Una vez cargado el paquete, con \usepackage{layout}, podemos escribir la instrucción \layout en cualquier sitio, después de \begin{document}. El archivo dvi mostrará, en una página separada, un diagrama con los valores exactos de los 11 parámetros.

2.13.2 Modificación de los parámetros

Con \setlength se pueden cambiar los parámetros ③ a ⑪ del formato de página. Estos cambios se pueden realizar solamente en el preámbulo. Los parámetros \hoffset y \voffset se modifican directamente. Por ejemplo, para una corrección horizontal de 0.5 pulgadas se escribe \hoffset=0.5in, o



simplemente `\hoffset0.5in`.

-  Se remite al lector a las páginas 28–32 del libro para más detalles y ejemplos de modificación de los parámetros.

2.14 Páginas con una o dos columnas

`\twocolumn[texto]` comienza una nueva página, a partir de la cual el documento tendrá dos columnas (hasta la aparición de `\onecolumn`). Si se especifica el argumento opcional *texto*, éste aparecerá centrado en el primer renglón y a todo lo ancho de la página.

`\onecolumn` comienza una nueva página, a partir de la cual el documento tendrá una columna (hasta la aparición de `\twocolumn`).

-  Con estos comandos no es posible combinar los formatos a una y dos columnas en la misma página, lo cual sí se puede conseguir con el paquete `multicol`, que además brinda otros recursos adicionales. Dicho paquete se describe en la sección 13.2 (página 429).

Característica	Opciones disponibles
Tamaño de la letra	10pt 11pt 12pt 
Tamaño del papel	letterpaper (8,5 × 11 pulgadas, opción por defecto) legalpaper (8,5 × 14 pulgadas) executivepaper (7,25 × 10,5 pulgadas) a4paper (21 × 30 centímetros) a5paper (15 × 21 centímetros) b5paper (18 × 25 centímetros)
Orientación del papel	portrait landscape 
Número de columnas	onecolumn twocolumn 
Página separada para el título	titlepage notitlepage 
Impresión en una o dos caras	oneside twoside 
Tipo de impresión	final draft (produce una ‘caja negra’ ■ de advertencia cuando se excede el margen derecho). 
Primera página de cada capítulo	openright openany 

Opciones de `\documentclass` para los estilos `article`, `book`, `letter` y `report`.



TABLA 2.2

Unidades T _E X	Abreviatura	Significado
Pulgadas	in	Usual
Centímetros	cm	Usual
Milímetros	mm	Usual
Puntos	pt	$1\text{pt} = \text{ancho de un punto} \approx 0.35 \text{ mm}$
Picas	pc	$1\text{pc} = 12 \text{ puntos}$
Emes	em	$1\text{em} = \text{ancho de una 'M' en la fuente vigente}$
Equis	ex	$1\text{ex} = \text{altura de una 'x' en la fuente vigente}$

Unidades de medida en T_EX y L^AT_EX.



TABLA 2.4

Parámetro	Impresión a dos caras			Impresión a una cara		
	10pt	11pt	12pt	10pt	11pt	12pt
\textwidth	12.1 cm	12.6 cm	13.7 cm	12.1 cm	12.6 cm	13.7 cm
\textheight	19.3 cm	19 cm	19.2 cm	19.3 cm	19 cm	19.2 cm
\topmargin	9 mm	9 mm	9 mm	9 mm	9 mm	9 mm
\oddsidemargin	1.5 cm	1.3 cm	7 mm	2.2 cm	1.9 cm	1.4 cm
\evensidemargin	2.9 cm	2.6 cm	2 cm	2.2 cm	1.9 cm	1.4 cm
\headheight	4 mm	4 mm	4 mm	4 mm	4 mm	4 mm
\headsep	9 mm	9 mm	9 mm	9 mm	9 mm	9 mm
\footskip	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm	1 cm
\marginparwidth	3.7 cm	3.5 cm	3 cm	3.2 cm	3 cm	2.4 cm
\marginparsep	4 mm	3.5 mm	3.5 mm	4 mm	3.5 mm	3.5 mm

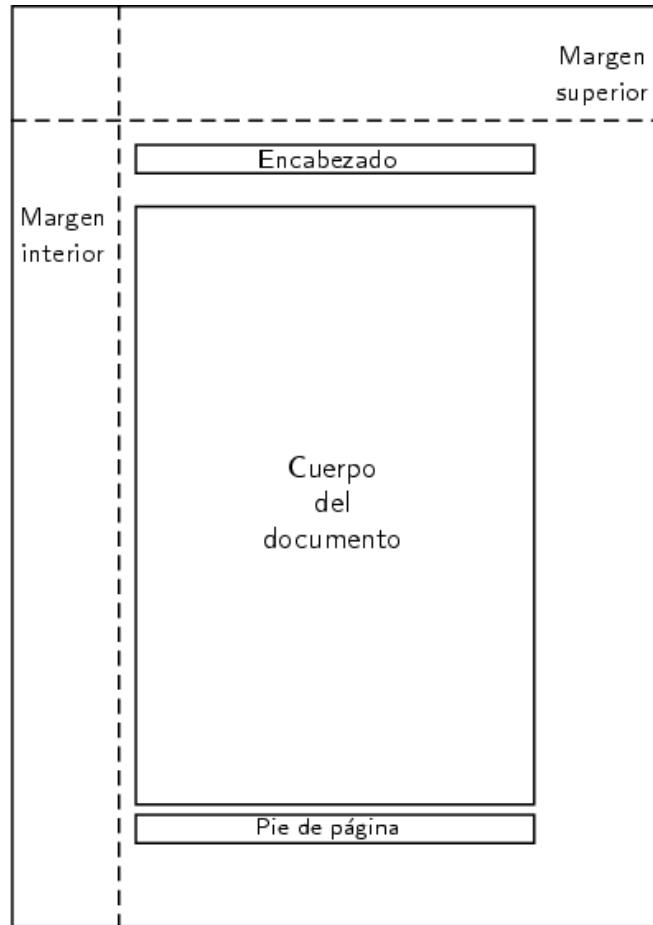
Valores por defecto de los parámetros que controlan el formato de página (tamaño carta), en los estilos `book`, `report` y `article`.



TABLA 2.5

- **article** estilo artículo
- **book** estilo libro
- **report** estilo reporte o informe
- **letter** estilo carta
- **slides** estilo transparencias.

Clases o estilos básicos de L^AT_EX.
Véanse también las clases **amsart** y
amsbook.

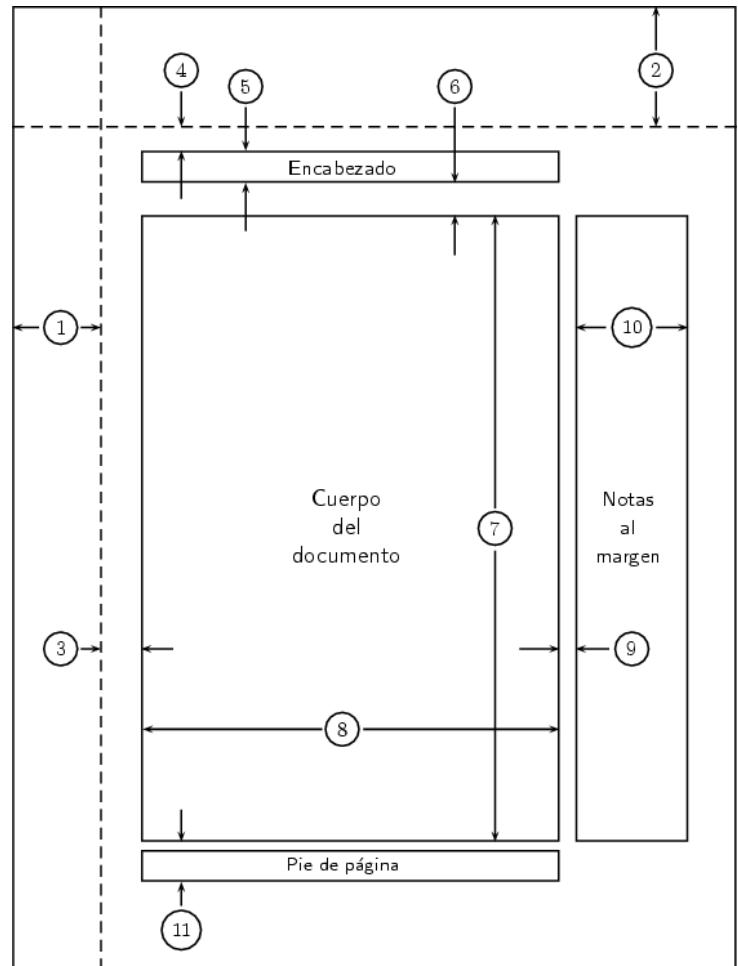


Sectores de la [página](#). Las dimensiones dependen del [estilo](#), y se pueden [modificar](#).



FIGURA 2.3

- ① una pulgada + \hoffset 
- ② una pulgada + \voffset 
- ③ \oddsidemargin 
- ④ \evensidemargin 
- ⑤ \topmargin 
- ⑥ \headheight 
- ⑦ \headsep 
- ⑧ \textheight 
- ⑨ \textwidth 
- ⑩ \marginparsep 
- ⑪ \marginparwidth 
- ⑫ \footskip 



Parámetros del formato de página. Véanse sus [valores por defecto](#).



Un artículo muy aburrido

Fernando Fernandez Consuegra*
Domingo Dominguez Sinsuegra†

Enero 15 del 2000

Abstract

Se presentan los resultados de una exhaustiva investigación.

Comenzamos por decir que realmente no tenemos mucho por decir, pero para mayor claridad dividiremos nuestro tema en secciones.

1 Primera sección

Los temas tratados en esta sección pueden resultar un tanto abstrusos. Por consideraciones humanitarias subdividiremos la sección.

1.1 Primera subsección

El tema tratado aquí, dada su complejidad, amerita una división adicional.

1.1.1 Primer tópico de la subsección

Este es un tópico muy conocido y no lo discutiremos más.

1.1.2 Segundo tópico de la subsección

Este es un tópico muy complicado y lo discutiremos en nuestro próximo artículo.

2 Segunda sección

Esta es la segunda sección del presente artículo. Es más interesante que la anterior ya que es la última.

*Con el patrocinio de Colciencias.

†Sin el patrocinio de Colciencias.

Ejemplo

El uso de \documentclass:

Comandos mínimos para un artículo con letra de tamaño 12 puntos:

```
\documentclass[12pt]{article}
\begin{document}
.....
\end{document}
```

Ejemplo

Los comandos mínimos un libro a dos columnas, con letra de tamaño 11 puntos, en el que se permita que los diferentes capítulos comiencen en hojas de numeración par o impar (*openany*), y escrito en versión de prueba (*draft*):

```
\documentclass[11pt,twocolumn,openany,draft]{book}
\begin{document}
.....
\end{document}
```

Ejemplo

El uso de % para evitar espacios en el argumento de \documentclass:

```
\documentclass[11pt,twocolumn,openany,notitlepage,draft,%
legalpaper]{book}
\begin{document}
.....
\end{document}
```

Ejemplo

El estilo **article**: véase el resultado en el archivo [ejem.pdf](#).

```
\documentclass[10pt]{article}
\title{Un artículo muy aburrido}
\author{Fernando Fernandez Consuegra\thanks{Con el patrocinio de Colciencias.} \\
Domingo Dominguez Sinsuegra\thanks{Sin el patrocinio de Colciencias.}}
\date{Enero 15 del 2000}
\begin{document}\maketitle
\begin{abstract}
Se presentan los resultados de una exhaustiva investigación.
\end{abstract}
Comenzamos por decir que realmente no tenemos mucho por decir, pero para mayor claridad dividiremos nuestro tema en secciones.
\section{Primera sección}
Los temas tratados en esta sección pueden resultar un tanto abstrusos. Por consideraciones humanitarias subdividiremos la sección.
\subsection{Primera subsección}
El tema tratado aquí, dada su complejidad, amerita una división adicional.
\subsubsection{Primer tópico de la subsección}
Este es un tópico muy conocido y no lo discutiremos más.
\subsubsection{Segundo tópico de la subsección}
Este es un tópico muy complicado y lo discutiremos en nuestro próximo artículo.
\section{Segunda sección}
Esta es la segunda sección del presente artículo. Es más interesante que la anterior ya que es la última.
\end{document}
```

Ejemplo

El uso de \usepackage:

Comandos mínimos para un artículo con letra de 12 pt, en el que se cargan los paquetes amsmath, color y graphicx:

```
\documentclass[12pt]{article}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{color}
\usepackage{graphicx}
\begin{document}
.....
\end{document}
```

Otra manera de lograr lo anterior:

```
\documentclass[12pt]{article}
\usepackage{amsmath,color,graphicx}
\begin{document}
.....
\end{document}
```

Ejemplo

Acceso al paquete **babel**. Para acceder a los idiomas español y alemán en un mismo documento (estilo **book**), escribimos:

```
\documentclass{book}
\usepackage[german,spanish]{babel}
\begin{document}
.....
\end{document}
```

El idioma español (**spanish**) es el principal del documento por ser el último declarado al cargar **babel**. Para cambiar al idioma alemán, en el interior del documento, se escribe

```
\selectlanguage{german}
```

Ejemplo

El uso de `\pagestyle`: Los siguientes comandos corresponden a un documento en estilo `article`, 11 puntos, impresión a dos caras, y cuyos encabezados contienen a mano derecha el título del artículo y a mano izquierda su autor.

```
\documentclass[11pt,twoside]{article}
\pagestyle{myheadings}
\markboth{Autor del artículo}{Título del artículo}
\begin{document}
.....
\end{document}
```

Ejemplo

En un artículo sin subsecciones, los encabezados a mano derecha aparecerán vacíos si se imprime a dos caras con `\pagestyle{headings}`. Para modificar tal formato, podemos optar por incluir encabezados con el título del artículo a mano izquierda y con el título de la sección actual a mano derecha, como se ilustra a continuación.

```
\documentclass[12pt,twoside]{article}
\pagestyle{myheadings}
\begin{document}
.....
\section{Título de la primera sección}
\markboth{Título del artículo}{Título de la primera sección}
.....
\section{Título de la segunda sección}
\markboth{Título del artículo}{Título de la segunda sección}
.....
\end{document}
```



Herramientas de edición básicas

3.1 Tildes y acentos

- ☞ Los diferentes **acentos** se pueden aplicar a cualquier letra, mayúscula o minúscula.
- ☞ Los símbolos como á, é, í, ó, ú, ñ, ö, ç, æ se pueden usar libre y directamente en documentos L^AT_EX si se carga el paquete **inputenc** con la opción **latin1**, en la forma

```
\usepackage[latin1]{inputenc} 
```

- ☞ Si se ha cargado el paquete **babel** con la opción **spanish** se pueden usar las abreviaciones para acentos castellanos.

3.2 Puntuación

Puntos. Después del punto final de una oración, L^AT_EX deja un espacio mayor que el espacio usual entre palabras (excepto si el punto final está precedido por una letra mayúscula).

 evita el espacio adicional después de un punto.

 añade el espacio adicional entre oraciones, después de letras mayúsculas.

Puntos suspensivos. `\dots` y `\ldots` producen ... que tiene un mejor aspecto que los simples tres puntos...

Guiones. L^AT_EX distingue tres tipos de *guiones*: para palabras compuestas, para rangos, y como signos de puntuación.

Comillas. Además de las comillas simples ‘ y ’ (obtenidas con ‘ y ’) y las “inglesas” (obtenidas con “‘ y ’”), **babel**, opción **spanish**, ofrece las «comillas francesas», por medio de "< y >". Si se usa L^AT_EX con **fuentes que tengan la codificación T1**, las comillas francesas se pueden obtener con los comandos `\guillemotleft` y `\guillemotright`.

Unión de palabras. Se usa el símbolo `~` para sugerirle a L^AT_EX que no separe determinadas palabras en el margen derecho. Ejemplos: `C.~F.~Gauss`, `mayo~5`, `II~Guerra Mundial`.

Sílabas. `\- [sílaba]` indica manualmente las sílabas de una palabra. Por ejemplo: `eu\cli\dia\no, dia\go\na\li\za\ble`.

`\hyphenation{palabras}` indica desde un comienzo la partición silábica de las *palabras* incluidas. Se escribe en el **preámbulo**, en la forma `\hyphenation{eu-cli-dia-no dia-go-na-li-za-ble}`. Este comando no admite símbolos acentuados (á, é, ...), excepto si se usa L^AT_EX con **fuentes que tengan la codificación T1**.

Espaciamiento francés.

`\frenchspacing` elimina el espacio adicional después de `. : ? !` La opción **spanish** del paquete **babel** activa esta declaración.

`\nonfrenchspacing` reestablece los espacios adicionales después de los signos de puntuación `. : ? !`.

Ordinales y volados. El paquete **babel**, opción **spanish**, posee la instrucción `\sptext{texto}`, que imprime el *texto* en la parte superior del renglón (como un “volado”). También existen las abreviaciones `"a`, `"A`, `"o` y `"O`.

3.3 Tipos de letra y fuentes

<code>\textrm{...}</code>	romana normal
<code>\textsf{...}</code>	sans serif
<code>\texttt{...}</code>	mono-espaciada (<i>typewriter</i>)
<code>\textit{...}</code>	cursiva o itálica
<code>\textbf{...}</code>	negrilla
<code>\textsl{...}</code>	inclinada (<i>slanted</i>)
<code>\textsc{...}</code>	versalitas (<i>small caps</i>)

- ☞ Cada tipo de letra tiene su modo *enfático*, obtenido por medio del comando `\emph{...}`.
- ☞ También existen las [declaraciones globales para cambio de fuente](#), cuyo alcance se delimita por corchetes exteriores. A diferencia de los comandos de la forma `\text--{...}`, las declaraciones globales no se pueden usar en **modo matemático**.

3.4 Tamaño de la letra

L^AT_EX ofrece una variada gama de tamaños de letra por medio de las siguientes declaraciones globales:

```
\tiny \scriptsize \footnotesize \small  
      \normalsize  
\large \Large \LARGE \huge \Huge
```

- ☞ Los tamaños obtenidos con los anteriores comandos son relativos al tamaño de letra básico establecido en `\documentclass`.
- ☞ Cuando una fuente no está disponible en el tamaño indicado, L^AT_EX la sustituye por una similar, emitiendo una advertencia en el archivo log.

3.5 Combinaciones de tipo y tamaño de letra

Los comandos para cambio de tipo y tamaño de letra se pueden combinar de manera natural, ya sea con los comandos `\textsf`, `\textit`, `\textbf`, etc o con las declaraciones globales para cambio de fuente. Pero hay que evitar usar las formas simplificadas `\it`, `\bf`, `\sf`, etc, porque con éstas no se pueden combinar todos los atributos de las fuentes.

`\DeclareTextFontCommand{\fuente}{especificaciones}` define un nuevo comando denominado `\fuente`, con el cual se obtiene la combinación de tipo y tamaño de letra declarada en las *especificaciones*.

3.6 Caracteres especiales y otros símbolos

- ☞ Comandos para [caracteres reservados](#).
- ☞ Algunos [símbolos](#) de uso general.
- ☞ [Ligaduras y comandos específicos](#) para guiones, comillas y signos invertidos de admiración e interrogación.

3.7 Espacio horizontal

`_` (siendo `_` el resultado de presionar la barra espaciadora) produce el espacio promedio ocupado por una letra.

`\,` produce un micro-espacio (un sexto de `\quad`).

`\quad` produce un espacio del ancho de la letra M (en la fuente vigente).

`\quad` produce un espacio equivalente a dos `\quad`.

`\hspace{longitud}` añade un espacio de *longitud* determinada, que debe ser una **dimensión T_EX** y puede ser negativa. Este comando es ignorado por L^AT_EX al comienzo de un renglón, en cuyo caso se debe usar la versión estrella `\hspace*`.

☞ Véase también: el comando `\hfill` y los **espacios en modo matemático**.

3.8 Sangrías

Al comienzo de cada párrafo, L^AT_EX deja automáticamente una sangría (en inglés, *indentation*). Comandos de control:

`\noindent` elimina la sangría automática al comienzo de un párrafo.

`\parindent` es la longitud de la sangría automática. Su valor se modifica con `\setlength`.

3.9 Espacio vertical

`\par` inicia un nuevo párrafo (con sangría). Es equivalente a una (o más) líneas en blanco.

`\[\[longitud]` L^AT_EX inicia inmediatamente un nuevo renglón (sin sangría), insertando un espacio vertical de *longitud* dada, antes del nuevo renglón. El argumento `[longitud]` es opcional: con `\\"` simplemente se inicia un nuevo renglón (sin sangría).

`\newline` tiene el mismo efecto que `\\"`.

`\linebreak` justifica (estira) el renglón actual y comienza uno nuevo, sin sangría.

`\nolinebreak` impide que L^AT_EX inicie un nuevo renglón en el sitio en el que se escribe esta instrucción. Es más una sugerencia que una orden pues L^AT_EX la ignora si no puede acomodar adecuadamente el texto.

`\smallskip` inserta un pequeño espacio vertical antes de un nuevo párrafo; debe ir precedido de una línea en blanco (o `\par`).

`\medskip` equivale a dos `\smallskip`.



`\bigskip` equivale a tres `\smallskip`.

`\vspace{longitud}` inserta un espacio vertical de *longitud* especificada.

Si la instrucción aparece en medio de un párrafo, el espacio se inserta después del renglón que la contiene. No tiene efecto al comienzo de una página, en cuyo caso se debe usar la versión estrella, `\vspace*`.

`\baselinestretch` controla la distancia entre renglones en todo el documento. Se modifica con `\renewcommand` en el preámbulo del documento.

`\parskip` controla la distancia entre párrafos. Se puede cambiar varias veces en el mismo documento por medio de `\setlength`.

3.10 Control sobre cambios de página

`\newpage` inicia una nueva página.

`\pagebreak` justifica verticalmente el contenido de la página añadiendo espacio adicional entre los párrafos (no entre los renglones) y comienza una nueva página.

`\clearpage` es similar a `\newpage` excepto que las tablas o figuras que estén bajo el alcance de los entornos `table` o `figure`, y que no hayan sido colocadas por L^AT_EX, se imprimen en una o más hojas separadas.

`\cleardoublepage` Análogo de `\clearpage` para documentos con la opción `twoside`. L^AT_EX añade una hoja en blanco adicional, si es necesario, para que la siguiente página de texto tenga numeración impar.

`\nopagebreak` impide que L^AT_EX inicie una nueva página en el sitio en el que aparece esta instrucción. Es más una sugerencia que una orden, pues L^AT_EX la ignora si no puede acomodar adecuadamente el texto.

`\flushbottom` hace que la altura de la parte impresa de todas las páginas sea la misma.



`\raggedbottom` permite que la altura impresa varíe de página a página.

`\enlargethispage{longitud}` incrementa el tamaño de la página actual en la *longitud* especificada. La versión estrella, `\enlargethispage*`, elimina proporcionalmente el espacio entre párrafos u otro espacio en blanco disponible, maximizando la cantidad de texto en la página.



Para mayor información sobre estos comandos, en particular sobre sus efectos en documentos a dos columnas, véase la sección 3.10 del libro (páginas 46–47).

3.11 Texto subrayado

`\underline{texto}` subraya el *texto*. Se puede usar en los tres modos de procesamiento de L^AT_EX.

3.12 Citas

L^AT_EX tiene dos entornos para citas: `quote` y `quotation`:

```
\begin{quote}  
    texto de la cita  
\end{quote}
```

```
\begin{quotation}  
    texto de la cita  
\end{quotation}
```

- ☞ Las citas aparecen desplegadas, centradas y con sangrías a la izquierda y a la derecha. L^AT_EX añade un pequeño espacio vertical antes y después de la cita.
- ☞ Con `quotation` cada párrafo se inicia con una sangría adicional, mientras que con `quote` no hay sangría extra sino un espacio vertical adicional entre los párrafos.
- ☞ `quote` se puede usar para una cita corta o una sucesión de citas cortas, y `quotation` para citas extensas que se extiendan por varios párrafos.

3.13 Texto centrado

`\centerline{texto}` se usa para centrar una línea de *texto* (el *texto* se procesa en modo ID).

`\begin{center}
 texto
\end{center}` se usa para centrar *texto* que se extienda por más de una línea. L^AT_EX añade espacio vertical antes y después del *texto* centrado.

`\centering` centra el material que aparece dentro de otros entornos, como `minipage`, `table` y `figure`.

3.14 Texto cargado a la izquierda o a la derecha

`\leftline{texto}` carga una línea de *texto* a la izquierda (el *texto* se procesa en modo ID).

`\rightline{texto}` carga una línea de *texto* a la derecha (el *texto* se procesa en modo ID).

`\begin{flushright}
 texto
\end{flushright}` carga a la derecha un *texto* de más de una línea.

`\begin{flushleft}
 texto
\end{flushleft}` carga a la izquierda un *texto* de más de una línea.

`\raggedleft` elimina la justificación a la izquierda.

`\raggedright` elimina la justificación a la derecha.

- ☞ Las declaraciones `\raggedleft` y `\raggedright` se usan principalmente dentro de entornos (como `quote`) o dentro de `\parbox`.

3.15 Cajas

Una caja (en inglés, *box*) es un elemento que L^AT_EX trata como si fuera una sola letra: no importa cuán grande es, L^AT_EX nunca la divide en partes.

3.15.1 Cajas con una sola línea de texto

`\mbox{texto}` crea una caja con bordes invisibles que contiene al *texto*.

`\fbox{texto}` crea una caja con bordes visibles que contiene al *texto*.

`\makebox[ancho][justificación]{texto}` crea una caja con bordes invisibles que contiene al *texto*; el argumento opcional *ancho* es una dimensión T_EX, y en él se pueden usar las dimensiones naturales de la caja. El parámetro *justificación* también es opcional.

`\framebox[ancho][justificación]{texto}` es análogo a `\makebox` pero los bordes de la caja son visibles.

- ☞ El *texto* contenido de estas cajas se procesa en modo ID.
- ☞ Para las líneas de `\fbox` y `\framebox` hay dos parámetros de control.



3.15.2 Cajas con párrafos

La instrucción

```
\parbox[posición][altura][posición interior]{ancho}{texto}
```

crea una caja que contiene párrafos, en vez de una sola línea de texto. Los argumentos *texto* y *ancho* son obligatorios; *posición* se refiere a la posición de la caja respecto del texto circundante; *altura* es la altura de la caja, y su valor puede incluir las [dimensiones naturales](#); *posición interior* es la posición del *texto* dentro de la caja misma.

- ☞ Si se usa el argumento opcional *posición*, también se debe usar *altura*, y viceversa.
- ☞ El argumento *posición interior* únicamente tiene efecto cuando se especifican los argumentos *posición* y *altura*.
- ☞ Los párrafos que aparecen dentro de un \parbox no llevan sangría, pero se puede modificar el tamaño de la sangría mediante [\parindent](#).



3.15.3 Parámetros para cajas con líneas

Los comandos `\fbox` y `\framebox` para cajas con líneas tienen dos parámetros de control; ambos se pueden cambiar con `\setlength`, en cualquier parte del documento.

`\fboxrule` controla el grosor de las líneas. Por defecto: 0.4pt.

`\fboxsep` controla la distancia entre los bordes o líneas de la caja y su contenido. Por defecto: 3pt.

3.15.4 Traslación vertical de cajas

`\raisebox{distancia}{texto}` eleva el *texto* la *distancia* especificada, que puede ser negativa. El *texto* se procesa en modo ID.



3.15.5 Cajas invisibles y cajas de anchura nula

`\strut` produce una caja invisible de anchura nula cuya altura es suficiente para incluir las letras de alto perfil (como f, h, l) y las de bajo perfil (como p, g, q) de la fuente vigente.

`` produce una caja invisible que contiene al *texto*.

`\hphantom{texto}` produce una caja invisible con el ancho del *texto* pero de altura y profundidad nulas.

`\vphantom{texto}` produce una caja invisible con la altura del *texto* pero de ancho nula. Es útil, por ejemplo, para añadir espacio vertical en tablas.

- ☞ El *texto* de estas instrucciones se procesa en modo ID.
- ☞ Las cajas de ancho nulo creadas con `\makebox[0pt]{...}{...}` son muy útiles para colocar texto u otro material arriba o debajo de otras cajas. L^AT_EX “cree” que la anchura de la caja es nulo pero en el argumento obligatorio `{...}` se puede colocar cualquier material (incluyendo otra caja) que se puede trasladar horizontalmente, con `\hspace`, o verticalmente, con `\raisebox`.

3.16 Mini-páginas

El entorno `minipage` cumple una función similar a la de `\parbox`, pero se usa para bloques de texto más extensos. Su sintaxis es

```
\begin{minipage}[posición][altura][posición interior]{ancho}  
    texto  
\end{minipage}
```

Estos argumentos tienen exactamente el mismo significado que en `\parbox`.

3.17 Notas al pie de página



`\footnote[número]{texto de la nota}` inserta una nota al pie de página y el *número* que la señala en el texto; si el *número* se omite, se usa la numeración automática (y se incrementa el **contador** correspondiente). Este comando no se admite dentro de una **caja**, ni dentro de otro `\footnote`, ni dentro del entorno **tabular**.

`\footnotemark[número]` produce sólo la “marca” que señala la nota en el texto. Se usa en conjunción con `\footnotetext` para crear notas al pie de página en sitios no permitidos. El argumento opcional *número* funciona igual que el de `\footnote`.

`\footnotetext[número]{texto de la nota}` produce la nota al pie de página, sin insertar ninguna marca en el texto. El argumento opcional *número* especifica el símbolo que identifica a la nota. Este comando está prohibido en las mismas situaciones que `\footnote`.

`\renewcommand{\thefootnote}{estilo}` modifica el estilo de la marca que señala las notas al pie de página.

- ☞ Las **notas al pie de página dentro de una mini-página** aparecen en la parte inferior de ésta, no en la parte inferior de la página actual.

3.18 Notas marginales

`\marginpar{texto de la nota}` produce una nota marginal con el *texto de la nota* a la altura del renglón actual, en el tipo y tamaño de letra del documento. Las notas aparecen en el margen exterior cuando se usa la opción `twoside`, en el margen derecho cuando se usa la opción `oneside`, y en el margen más cercano cuando se usa la opción `twocolumn` de impresión a dos columnas.

`\reversemarginpar` hace que las notas sucesivas se impriman en el margen opuesto al establecido por defecto.

`\normalmarginpar` hace que las notas sucesivas se impriman normalmente.

- ☞ El ancho de las notas marginales se controla con `\marginparwidth`.
- ☞ La distancia que separa las notas marginales del texto principal se controla con `\marginparsep`.



Sobre las limitaciones de `\marginpar` y consejos para sobrellevarlas, véase la página 61 del libro.

3.19 Listas con incisos o items

En todos los entornos para listas el comando `\item` inicia un nuevo ítem. Este comando tiene un argumento opcional para la *viñeta*: `\item[viñeta]`.

3.19.1 Los entornos `itemize` y `enumerate`

```
\begin{itemize}
\item Texto
    :
\item Texto
\end{itemize}
```

los items aparecen demarcados con el símbolo • (o con □ si se usa `babel`, opción `spanish`).

```
\begin{enumerate}
\item Texto
    :
\item Texto
\end{enumerate}
```

los items aparecen numerados en la forma 1., 2., 3., ...



3.19.2 El entorno `description`

```
\begin{description}  
    items  
\end{description}
```

cada ítem tiene una *etiqueta* descriptiva, de la forma `\item[etiqueta]`, la cual aparece en negrita.





3.19.4 Listas con el paquete `enumerate`

Con el paquete `enumerate` , el entorno `enumerate` adquiere un argumento opcional que permite controlar la numeración:

```
\begin{enumerate}[estilo]  
    items  
\end{enumerate}
```

El *estilo* puede contener uno de cinco [parámetros](#), rodeado o no de símbolos de agrupación o texto adicional. Si alguno de los símbolos A, a, I, i, 1 no ha de ser considerado como parámetro, se debe encerrar entre corchetes.

3.20 El entorno verbatim

```
\begin{verbatim}  
    texto  
\end{verbatim}
```

imprime el *texto* en la fuente mono-espaciada, tal cual como fue digitado. Los caracteres reservados pierden su significado especial y son impresos literalmente. Los espacios y cambios de renglón son tenidos en cuenta.

`\verb"texto"` se usa para una sola línea de *texto*. En vez de las comillas " se pueden usar otros símbolos como !, +, =, pero no corchetes {} ni *.

- ☞ Las versiones estrella, `verbatim*` y `\verb*`, se comportan exactamente igual, excepto que cada espacio en blanco produce como salida el símbolo `_` (espacio visible).
- ☞ El argumento de `\verb` y `\verb*` se procesa en modo ID.
- ☞ Ni `verbatim` ni `\verb` pueden aparecer en el argumento de otro comando L^AT_EX(aunque sí pueden aparecer dentro de otros entornos).

3.21 El paquete **verbatim**

 Cargando el paquete **verbatim**,  con `\usepackage{verbatim}`, se incrementa la capacidad del entorno **verbatim** (véase la página 68 del libro para mayores detalles). Además, este paquete ofrece otras dos herramientas de gran utilidad:

```
\begin{comment}  
    texto  
\end{comment}
```

hace que L^AT_EX ignore por completo el *texto*, el cual se puede extender por varios párrafos o incluso páginas.

```
\verbatiminput{archivo}
```

 hace que L^AT_EX imprima, en la **fuente mono-espaciada**, el contenido de un *archivo* externo.

3.22 Líneas horizontales y verticales

`\rule[levantamiento]{ancho}{grosor}` produce una línea del *ancho* y *grosor* indicados. El argumento opcional *levantamiento* se usa para subir (si es positivo) o bajar (si es negativo) la línea con respecto a la base del renglón.

3.23 Relleno con espacio en blanco, puntos, líneas o flechas

`\hfill` llena el espacio disponible con espacio en blanco. Es ignorado al comienzo del renglón.

`\dotfill` llena el espacio disponible con puntos sobre la base del renglón.

`\hrulefill` llena el espacio disponible con una línea sobre la base del renglón.

`\leftarrowfill` llena el espacio disponible con una flecha que apunta a la izquierda, colocada a media altura.

`\rightarrowfill` llena el espacio disponible con una flecha que apunta a la derecha, colocada a media altura.

`\vfill` es la versión vertical de `\hfill`: llena el espacio vertical disponible. Es ignorado al principio de la página (pero no de una **mini-página**).

☞ Estos comandos no son propios de L^AT_EX sino comandos primarios de T_EX.

3.24 Definición de comandos nuevos

`\newcommand{\nombre}[n][defecto]{definición}` establece la *definición* de un nuevo comando `\nombre`. Los argumentos opcionales *n* y *defecto* se usan para **definir comandos con argumentos**. El `\nombre` puede contener una o más letras, mayúsculas o minúsculas, pero no dígitos ni otros símbolos del teclado. `\nombre` no puede ser un comando ya definido.

`\providecommand{\nombre}[n][defecto]{definición}` tiene el mismo efecto que `\newcommand`, excepto que si el comando `\nombre` ya está definido, L^AT_EX utilizará la definición existente e ignorará la nueva.

`\renewcommand{\nombre}[n][defecto]{definición}` se usa para re-definir un comando ya existente.

3.24.1 Comandos simples

`\newcommand{\nombre}{definición}` caso particular de `\newcommand` que se usa principalmente para simplificar nombres de comandos ya existentes.



3.24.2 Almacenamiento de cajas

`\newbox{\nombre}` reserva un espacio en la memoria para almacenar una **caja**. Su `nombre` tiene las mismas restricciones que para los comandos definidos con `\newcommand`.

`\savebox{\nombre}[ancho][justificación]{texto}` almacena el `texto` en la caja reservada con `\newbox` como `\nombre`. Los argumentos opcionales funcionan igual que los del comando `\makebox`.

`\sbox{\nombre}{texto}` es la versión simplificada de `\savebox`, sin argumentosopcionales.

`\usebox{\nombre}` imprime (es decir, usa) la caja almacenada como `\nombre`.

3.25 Contadores y referencias cruzadas

`\label{clave}` asigna una *clave* a uno de los entornos o comandos con *contador*.

`\ref{clave}` imprime el número del elemento al que se le asignó la *clave* con `\label`.

`\pageref{clave}` imprime el número de la página en la que aparece el elemento al cual se le asignó la *clave* con `\label`.

- ☞ La *clave* asignada puede ser cualquier secuencia de letras y números, y es de uso interno, es decir, no aparece impresa en el documento final.
- ☞ Los contadores tienen valores enteros (pueden ser positivos o negativos) y se incrementan en 1 cada vez que aparece el comando o entorno respectivo.
- ☞ Para que las referencias cruzadas generadas por `\ref` y `\pageref` sean correctas, el documento se debe procesar por lo menos dos veces.
- ☞ La instrucción `\thecontador` imprime el valor actual de un *contador* (ya sea un *contador creado por el usuario* o pre-definido por L^AT_EX).
- ☞ Podemos llevar un control o *rastreo de las claves asignadas* con `\label`, y de las referencias cruzadas hechas con `\ref` y `\pageref`.



3.25.1 Modificación de un contador

`\setcounter{contador}{número}` asigna al *contador* el valor indicado por *número*, que debe ser un entero.

`\addtocounter{contador}{número}` incrementa el valor actual del *contador* en la cantidad indicada con *número*, que debe ser un entero.

`\stepcounter{contador}` incrementa en 1 el valor actual del *contador*.

3.25.2 Estilos de numeración para contadores

`\renewcommand{\thecontador}{nuevo estilo}` se usa para modificar el *estilo* de un *contador*. El *nuevo estilo* puede consistir en uno o más de los cinco *estilos básicos*, con o sin texto adicional.

3.25.3 Contadores creados por el usuario

`\newcounter{cont}` crea un contador nuevo llamado *cont*. La expresión *cont* puede ser cualquier secuencia de letras que no corresponda a un contador ya existente.

3.26 Referencias bibliográficas

`\cite{clave(s)}` se usa para hacer referencia, dentro del documento mismo, al ítem denominado *clave* en el entorno `thebibliography`. Puede haber más de una *clave*, separadas por comas.

```
\begin{thebibliography}{etiqueta más ancha}
    \bibitem[etiqueta]{clave1} Datos de la primera referencia
    \bibitem[etiqueta]{clave2} Datos de la segunda referencia
    :
\end{thebibliography}
```

produce la lista misma de las referencias bibliográficas. El argumento *etiqueta más ancha* es obligatorio, pero el argumento *etiqueta* de los distintos comandos `\bibitem` es opcional, y si se omite L^AT_EX usa etiquetas numeradas en la forma [1], [2],



Algunos comentarios sobre normas bibliográficas se encuentran en la página 80 del libro.

- ☞ El entorno `thebibliography` produce también el **título de la bibliografía**.
- ☞ Temas relacionados: **bibliografías con BIBTEX** y **estilos bibliográficos**.

3.27 Rastreo de claves asignadas por el usuario



L^AT_EX tiene dos herramientas para rastrear las claves de las **referencias cruzadas** y la **bibliografía**. Para mayores detalles véanse las páginas 84 y 85 del libro.

3.27.1 Rastreo con el paquete **showkeys**

El paquete **showkeys** , que se invoca con `\usepackage{showkeys}`, señala las claves de la siguiente manera:

1. Los argumentos de `\ref`, `\pageref` y `\cite` aparecen escritos en los sitios originales, intercalados ^{clave} en el texto.
2. Las claves asignadas con `\label` y `\bibitem` aparecen como recuadros en los márgenes.

clave

3.27.2 Rastreo con el archivo **lablst.tex**

Al procesar el archivo **lablst.tex** , escribiendo los datos que L^AT_EX pide de manera interactiva, se obtiene el archivo **lablst.dvi** con la lista de las claves asignadas en el documento.

Símbolo	Instrucción	Símbolo	Instrucción	Símbolo	Instrucción
á	\'a	à	\`a	œ	\oe
é	\'e	â	\^a	Œ	\OE
í	\'\i	ä	\\"a	æ	\ae
ó	\'o	ă	\u{a}	Æ	\AE
ú	\'u	a	\v{a}	ø	\o
ñ	\~n	å	\r{a}	Ø	\O
Ñ	\~N	à	\.{a}	ß	\ss
ı	\i	ä	\d{a}	ł	\l
J	\j	ã	\H{a}	Ł	\L
¿	?‘	â	\^{\{a}}	ő	\t{oo}
‘	!‘	ā	\={a}		
		ă	\b{a}		
		ą	\c{a}		

Tildes y acentos.

Entrada	Salida
'a 'e 'i 'o 'u	á é í ó ú
'A 'E 'I 'O 'U	Á É Í Ó Ú
'n 'N	ñ Ñ
"u "U	ü Ü

Abreviaciones de **babel** (**spanish**) para acentos castellanos.

Entrada	Salida
-	-
--	--
---	---

Guiones. Véanse también los [comandos](#).

Símbolo	Instrucción	Símbolo	Instrucción
{	\{	\$	\\$
}	\}	%	\%
&	\&	#	\#
\	\textbackslash		\textbar
_	_	^	\textasciicircum
~	\textasciitilde	^	\textasciicircum
~	\sim	\land	\land

Comandos para obtener los **caracteres reservados**.

Símbolo	Instrucción	Símbolo	Instrucción
†	\dag	£	\pounds
‡	\ddag	•	\textbullet
§	\S	¶	\P
©	\copyright	ⓐ	\textcircled{a}
®	\textregistered	™	\texttrademark

Símbolos de uso general. Véase también la [miscelánea de símbolos](#) del paquete `amssymb`.

Ligadura	Símbolo	Instrucción
---	—	\textemdash
--	—	\textendash
!‘	¡	\textexclamdown
?‘	¿	\textquestiondown
‘‘	“	\textquotedblleft
’’	”	\textquotedblright
‘	‘	\textquotel
,	,	\textquoter

Ligaduras y sus comandos específicos.

- [c] Texto centrado; opción pre-determinada.
- [l] Texto cargado a la izquierda.
- [r] Texto cargado a la derecha.
- [s] Texto extendido o “estirado” (para llenar el ancho de la caja); se extiende el espacio entre palabras, no el espacio entre letras.

Valores del parámetro *justificación* de `\makebox` y `\framebox`.

- [c] Caja centrada; opción pre-determinada.
- [t] Caja cargada hacia su “tope” o parte superior.
- [b] Caja cargada hacia su “base” o parte inferior.

Valores del parámetro *posición* de `\parbox` y `minipage`.

- [c] *texto* verticalmente centrado; opción pre-determinada.
- [t] *texto* cargado hacia arriba.
- [b] *texto* cargado hacia abajo.

Valores del parámetro *posición interior* de `\parbox` y `minipage`.

<code>\arabic{footnote}</code>	1, 2, 3, ... Estilo por defecto.
<code>\roman{footnote}</code>	i, ii, iii, ..., ó I, II, III, ... si se usa <code>babel (spanish)</code> .
<code>\Roman{footnote}</code>	I, II, III, ...
<code>\alph{footnote}</code>	a, b, c, ...
<code>\Alph{footnote}</code>	A, B, C, ...
<code>\fnsymbol{footnote}</code>	* , † , ‡ , § , ¶ , , ** , †† , ‡‡ . Véase la página 60 del libro para información sobre este estilo si hay más de 9 notas en el documento. Si se usa <code>babel (spanish)</code> , este estilo no produce los símbolos citados, sino secuencias de asteriscos: * , ** , *** , ...

Estilos para las marcas de las [notas al pie de página](#).

Parámetro Viñetas obtenidas

A A, B, C, ...

a a, b, c, ...

I I, II, III, ...

i i, ii, iii, ..., ó I, II, III, ... si se usa **babel** (spanish).

1 1, 2, 3, ...

Parámetros para la numeración de listas con el paquete **enumerate**.

<code>\arabic{contador}</code>	1, 2, 3, ... Estilo por defecto para la mayoría de los contadores de L ^A T _E X.
<code>\roman{contador}</code>	i, ii, iii, ..., ó I, II, III, ... si se usa babel (spanish).
<code>\Roman{contador}</code>	I, II, III, ...
<code>\alph{contador}</code>	a, b, c, ...
<code>\Alph{contador}</code>	A, B, C, ...

Estilos básicos de numeración para **contadores**.

Declaración global	corresponde a
{\rm ... } o {\rmfamily ... }	\textrm{ ... }
{\sf ... } o {\sffamily ... }	\textsf{ ... }
{\tt ... } o {\ttfamily ... }	\texttt{ ... }
{\bf ... } o {\bfseries ... }	\textbf{ ... }
{\it ... } o {\itshape ... }	\textit{ ... }
{\sl ... } o {\slshape ... }	\textsl{ ... }
{\sc ... } o {\scshape ... }	\textsc{ ... }
{\em ... }	\emph{ ... }

Comandos y declaraciones globales para cambios de fuente.



TABLA 3.1

`\width`

Anchura natural del *texto*.

`\height`

Altura natural del *texto*, medida desde la base del renglón.

`\depth`

Distancia desde la base del renglón hasta el extremo inferior del *texto*.

`\totalheight \height + \depth`

Dimensiones naturales del *texto* de una caja L^AT_EX.



TABLA 3.5

part	paragraph	figure	enumi
chapter	subparagraph	table	enumii
section	page	footnote	enumiii
subsection	equation	mpfootnote	enumiv
subsubsection			

Comandos y entornos con contadores pre-definidos para **referencias cruzadas**. El nombre del contador coincide con el del entorno o comando, excepto por **mpfootnote** (el contador de las **notas a pie de página dentro de mini-páginas**), y los de la última columna, que corresponden a los cuatro niveles del entorno **enumerate**.



TABLA 3.7

Ejemplo El uso de `.\``:

Entrada	Salida
Dr.\` Pasteur	Dr. Pasteur
Univ.\` Estatal	Univ. Estatal
Pág.\` 321 del Vol.\` 6	Pág. 321 del Vol. 6

Ejemplo El uso de `\@`:

El rey habló ante la ONU. Al día siguiente abdicó.

El rey habló ante la ONU\@. Al día siguiente abdicó.

Ejemplo El uso de `\sptext` y las abreviaciones para **ordinales y volados**:

Entrada	Salida
1" ^a sesión	1. ^a sesión
5" ^A Sinfonía	5. ^A Sinfonía
2" ^o capítulo	2. ^o capítulo
3\sptext{er} examen	3. ^{er} examen

Ejemplo

Tipos de letra:

```
\textrm{Lea esta frase, por favor.}    Lea esta frase, por favor.  
\textit{Lea esta frase, por favor.}    Lea esta frase, por favor.  
\textbf{Lea esta frase, por favor.}    Lea esta frase, por favor.  
\textsl{Lea esta frase, por favor.}    Lea esta frase, por favor.  
\textsf{Lea esta frase, por favor.}    Lea esta frase, por favor.  
\textsc{Lea esta frase, por favor.}    LEA ESTA FRASE, POR FAVOR.  
\texttt{Lea esta frase, por favor.}    Lea esta frase, por favor.
```

Ejemplo

Múltiples cambios de fuente:

Todo lo dicho es *sumamente* importante y lo que viene *también* lo es.

\textbf{Todo} lo dicho es \textit{sumamente} importante y lo que viene \textsl{también lo es.}

**Ejemplo**

Tipos de letra combinados:

Esta frase está escrita en la fuente cursiva negrilla.

```
\textbf{\textit{Esta frase está escrita en la fuente cursiva negrilla.}}
```

Esta frase está escrita en la fuente sans serif inclinada.

```
\textsf{\textsl{Esta frase está escrita en la fuente sans serif inclinada.}}
```

Esta frase está escrita en la fuente inclinada negrilla.

```
\textsl{\textbf{Esta frase está escrita en la fuente inclinada negrilla.}}
```

Ejemplo

Énfasis con \emph:

Todo lo dicho es *sumamente* importante.

```
\emph{sumamente}
```

Todo lo dicho es *sumamente* importante.

```
\textsf{sumamente}
```

Todo lo dicho es *sumamente* importante.

```
\textbf{sumamente}
```

Todo lo dicho es sumamente importante.

```
\textit{sumamente}
```

Todo lo dicho es *sumamente* importante.

```
\texttt{sumamente}
```

Ejemplo

Gama de tamaños de letra:

{\tiny Cogito, ergo sum}

Cogito, ergo sum

{\scriptsize Cogito, ergo sum}

Cogito, ergo sum

{\footnotesize Cogito, ergo sum}

Cogito, ergo sum

{\small Cogito, ergo sum}

Cogito, ergo sum

{\normalsize Cogito, ergo sum}

Cogito, ergo sum

{\large Cogito, ergo sum}

Cogito, ergo sum

{\Large Cogito, ergo sum}

Cogito, ergo sum

{\LARGE Cogito, ergo sum}

Cogito, ergo sum

{\huge Cogito, ergo sum}

Cogito, ergo sum

{\Huge Cogito, ergo sum}

Cogito, ergo sum

Ejemplo

Tipos y tamaños de letra combinados:

\textit{\tiny Lea esta frase}	<i>Lea esta frase</i>
\textsf{\small Lea esta frase}	Lea esta frase
\textsf{Lea {\large \emph{esta}} frase}	Lea <i>esta</i> frase
\textbf{\textit{\Large Lea esta frase}}	<i>Lea esta frase</i>
\textsc{\Large Lea esta frase}	LEA ESTA FRASE

Ejemplo

Se usan las declaraciones globales para combinar los atributos de las fuentes. Compárese con el ejemplo anterior.

{\tiny\itshape Lea esta frase}	<i>Lea esta frase</i>
{\small\sffamily Lea esta frase}	Lea esta frase
{\large\sffamily Lea <i>esta</i> frase}	Lea <i>esta</i> frase
{\Large\bfseries\itshape Lea esta frase}	<i>Lea esta frase</i>
{\Large\scshape Lea esta frase}	LEA ESTA FRASE

**Ejemplo**

El uso de `\DeclareTextFontCommand`:

A la combinación de los tres atributos `\Large`, `\itshape` y `\bfseries` podemos asignarle el nombre `\Laritbf` por medio de

```
\DeclareTextFontCommand{\Laritbf}{\Large\itshape\bfseries}
```

Al escribir `\Laritbf{!`Lea esta frase, por favor!`}`, se obtiene

¡Lea esta frase, por favor!

Ejemplo El uso de \hspace:

Año: Mes: Día: .

Año: \hspace{2cm}Mes: \hspace{4cm}Día: \hspace{3cm}.

Ejemplo Compárese:

Izquierda	Derecha	Izquierda \hspace{1cm} Derecha
Izquierda	Derecha	Izquierda \hspace{1cm} Derecha
Izquierda	Derecha	Izquierda \hspace{1cm} Derecha

Ejemplo El uso de `\parindent`:

`\setlength{\parindent}{1cm}` establece una sangría de 1 cm al comienzo de todo párrafo, a partir del sitio en que aparece la instrucción.

Ejemplo `\setlength{\parindent}{0pt}` elimina completamente la sangría a partir del sitio en que aparece la instrucción.

Ejemplo El uso de `\baselinestretch`:

`\renewcommand{\baselinestretch}{1.35}` incrementa el espaciamiento normal entre renglones en un 35%; afecta todo el documento.

Ejemplo El uso de `\parskip`:

`\setlength{\parskip}{2mm}` establece una distancia *adicional* de 2 mm entre párrafos, a partir del sitio en que aparece la instrucción.

Ejemplo El uso de `\underline`:

L^AT_EX tiene muchos comandos y se deben aprender poco a poco.

\LaTeX{} tiene `\underline{muchos}` comandos y se deben aprender `\underline{poco a poco}`.

Ejemplo El uso de `quote`:

Aprendemos por experiencia que los seres humanos nunca aprenden nada por experiencia. *George Bernard Shaw*

La diferencia entre el genio y la estupidez es que el genio tiene límites. *Napoleón Bonaparte*

La mayoría de la gente prefiere morir antes que pensar ... ¡y lo consiguen! *Bertrand Russell*

```
\begin{quote}
Aprendemos por experiencia que los seres humanos nunca aprenden nada por
experiencia. \textit{George Bernard Shaw}\par
La diferencia entre el genio y la estupidez es que el genio tiene límites.
\textit{Napoleón Bonaparte}\par
La mayoría de la gente prefiere morir antes que pensar \ldots\ !'y lo
consiguen! \textit{Bertrand Russell}
\end{quote}
```

EjemploEl uso de `quotation`:

Lo que busca el hombre superior se halla en él mismo; lo que busca el hombre vulgar se encuentra en los demás.

El hombre superior está en armonía con los demás, pero no siempre de acuerdo con ellos. El hombre vulgar se pone de acuerdo con los demás, pero no está en armonía con ellos.

El hombre superior es fácil de servir y difícil de complacer. El hombre vulgar, en cambio, es difícil de servir y fácil de complacer.

```
\begin{quotation}
Lo que busca el hombre superior se halla en él mismo; lo que busca el
hombre vulgar se encuentra en los demás.\par
El hombre superior está en armonía con los demás, pero no siempre de
acuerdo con ellos. El hombre vulgar se pone de acuerdo con los demás,
pero no está en armonía con ellos.\par
El hombre superior es fácil de servir y difícil de complacer. El hombre
vulgar, en cambio, es difícil de servir y fácil de complacer.\par
\end{quotation}
```

Ejemplo El uso de \centerline:

Lea esta frase, por favor.

```
\centerline{Lea esta frase, por favor.}
```

Ejemplo El entorno center:

“El sentido común es la cosa mejor repartida del mundo, ya que cada uno piensa estar tan bien provisto de él, que incluso los que son difíciles de contentar no suelen desear más del que poseen”. Descartes

```
\begin{center}
‘‘El sentido común es la cosa mejor repartida del mundo, ya que cada
uno piensa estar tan bien provisto de él, que incluso los que son
difíciles de contentar no suelen desear más del que poseen’’. Descartes
\end{center}
```

**Ejemplo**

En el entorno **center**, el inicio de renglones se puede forzar con \\.

“El sentido común es la cosa mejor repartida del mundo,
ya que cada uno piensa estar tan bien provisto de él,
que incluso los que son difíciles de contentar
no suelen desear más del que poseen”. Descartes

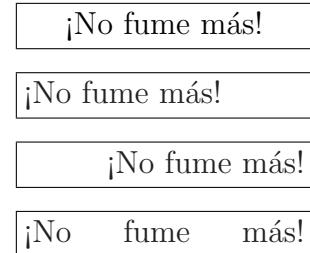
```
\begin{center}  
‘‘El sentido común es la cosa mejor repartida del mundo,\\  
ya que cada uno piensa estar tan bien provisto de él,\\  
que incluso los que son difíciles de contentar\\  
no suelen desear más del que poseen’’. Descartes  
\end{center}
```

Ejemplo El uso de `flushright`:

```
\begin{flushright}  
Si quieres que el futuro sea diferente\\  
del presente debes conocer el pasado.\\  
Baruch Spinoza (1632--1677)\\  
\end{flushright}
```

Si quieres que el futuro sea diferente
del presente debes conocer el pasado.
Baruch Spinoza (1632–1677)

Ejemplo El uso de `framebox`:



```
\framebox[1.5\width]{! 'No fume más!}  
\framebox[1.5\width][l]{! 'No fume más!}  
\framebox[1.5\width][r]{! 'No fume más!}  
\framebox[1.5\width][s]{! 'No fume más!}
```

Ejemplo

El uso de `\parbox`:

Clasificación de los grupos cíclicos

Todo grupo cíclico finito de orden n es isomorfo al grupo aditivo de los enteros módulo n .

Todo grupo cíclico infinito es isomorfo al grupo aditivo de los enteros.

```
\begin{center}
\textbf{Clasificación de los grupos cíclicos}\\[0.2cm]
\parbox{4.4cm}{Todo grupo cíclico finito de orden $n$ es isomorfo al grupo
aditivo de los enteros módulo $n$.}
\hspace{1.5cm}
\parbox{4.9cm}{Todo grupo cíclico infinito es isomorfo al grupo aditivo
de los enteros.}
\end{center}
```

Ejemplo

Para reflexionar:

Si quieres que el futuro sea diferente
del presente debes conocer el pasado.
Baruch Spinoza

```
\makebox[4cm][l]{Para reflexionar:}  
\fbox{\parbox[t][1.4cm][6.5cm]{Si quieres que el futuro sea diferente del  
presente debes conocer el pasado.}\  
\rightline{Baruch Spinoza}}}
```

Ejemplo

Para reflexionar:

Si quieres que el futuro sea diferente
del presente debes conocer el pasado.
Baruch Spinoza

```
\makebox[1.5\width][l]{Para reflexionar:}  
\framebox[1.2\width]{\parbox[c][1.6\height][6.5cm]{Si quieres que el futuro  
sea diferente del presente debes conocer el pasado.}\  
\rightline{Baruch Spinoza}}}
```

Ejemplo

Confucio dijo a sus discípulos: “aprender sin pensar es inútil, pensar sin aprender es peligroso.”

Confucio dijo a sus discípulos: “aprender sin pensar es inútil, pensar sin aprender es peligroso.”

Confucio dijo a sus discípulos: “aprender sin pensar es inútil, pensar sin aprender es peligroso.”

```
\fbox{\parbox[c][4.5cm][t]{3.6cm}{\small Confucio dijo a sus discípulos:  
‘‘aprender sin pensar es inútil, pensar sin aprender es peligroso.’’}}\quad  
\fbox{\parbox[c][4.5cm][c]{3.6cm}{\small Confucio dijo a sus discípulos:  
‘‘aprender sin pensar es inútil, pensar sin aprender es peligroso.’’}}\quad  
\fbox{\parbox[c][4.5cm][b]{3.6cm}{\small Confucio dijo a sus discípulos:  
‘‘aprender sin pensar es inútil, pensar sin aprender es peligroso.’’}}
```

Ejemplo

Macondo era entonces una aldea de veinte casas de barro y cañabrava construidas a la orilla de un río de aguas diáfanas que se precipitaban por un lecho de piedras pulidas, blancas y enormes como huevos prehistóricos.

```
\parbox{7.5cm}{\raggedright Macondo era ... prehistóricos.}
```

Macondo era entonces una aldea de veinte casas de barro y cañabrava construidas a la orilla de un río de aguas diáfanas que se precipitaban por un lecho de piedras pulidas, blancas y enormes como huevos prehistóricos.

```
\parbox{7.5cm}{\raggedleft Macondo era ... prehistóricos.}
```

Ejemplo El uso de `\raisebox`:

Algunas palabras pueden *elevarse* y otras pueden *descender* del renglón.

Algunas palabras pueden `\raisebox{1.5ex}{\em elevarse}` y otras pueden `\raisebox{-1.5ex}{\em descender}` del renglón.

Ejemplo Una versión simplificada del logo T_EX. Puesto que la unidad ‘ex’ es relativa a la fuente vigente, al cambiar el tamaño de la letra, las distancias relativas se mantienen.

T_EX `{\large\bfseries T\raisebox{-0.6ex}{E}X}`

T_EX `{\Large\bfseries T\raisebox{-0.6ex}{E}X}`

T_EX `{\huge\bfseries T\raisebox{-0.6ex}{E}X}`

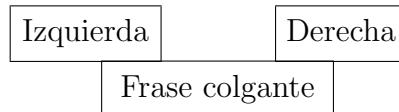
Ejemplo El uso de `\strut`:

`[izquierda] [derecha] \fbox{izquierda}\ \fbox{derecha}`

`[izquierda] [derecha] \fbox{\strut izquierda}\ \fbox{\strut derecha}`

**Ejemplo**

La caja con la ‘Frase colgante’ está incluida en una **caja con ancho nulo** cuyo argumento obligatorio contiene comandos para desplazamiento hacia la izquierda y hacia abajo. Puesto que la anchura de dicha caja es nula, la instrucción **\hspace{1.5cm}** tiene efecto exactamente después, y en el mismo renglón, que la caja ‘Izquierda’. Las tres cajas **\framebox** utilizadas tienen un **\strut** para que sean de la misma altura.



```
\begin{center}
\framebox[1.2\width]{\strut Izquierda}\makebox[0pt][1]{%
\hspace{-8mm}\raisebox{-7mm}{\framebox[1.2\width]{%
\strut Frase colgante}}}\hspace{1.5cm}\framebox[1.2\width]{\strut Derecha}
\end{center}
```

Ejemplo

```
\framebox[1.5\width]{\mbox{\^o} \^o}%
\makebox[0pt]{\hspace{-3ex}\raisebox{-2ex}{$\smile$}}}
```



Ejemplo

Nota al pie de página dentro de un `\parbox`: el comando `\footnotemark` para demarcar la nota aparece bajo el alcance de `\parbox`, pero `\footnotetext`, para el texto de la nota, aparece afuera.

El día Martes y el mes de Marzo estaban dedicados a Marte¹, dios romano de la guerra.

```
\parbox{8cm}{El día Martes y el mes de Marzo estaban dedicados a  
Marte\footnotemark, dios romano de la guerra.}  
\footnotetext{Llamado Ares por los griegos.}
```

Ejemplo

Dos notas al pie de página en una mini-página:

El dios romano del comercio era Mercurio, palabra cuya raíz^a, también aparece en mercancía, en Miércoles^b y en mercurio, aquel metal cuya fluidez evoca la movilidad del mensajero de los dioses.

^aMerx.

^bMercurii dies, el día de Mercurio.

```
\begin{minipage}{9.5cm}  
El dios romano del comercio era Mercurio, palabra cuya raíz\footnote{Merx.},  
también aparece en mercancía, en Miércoles\footnote{Mercurii dies, el día de  
Mercurio.} y en mercurio, aquel metal cuya fluidez evoca la movilidad del  
mensajero de los dioses.  
\end{minipage}
```

¹Llamado Ares por los griegos.

Ejemplo El uso de \marginpar:

He encontrado
una asombrosa
demostración
pero este mar-
gen es muy
pequeño para
contenerla.

Aquí aparece la nota marginal más famosa en la historia de la ciencia, en el tamaño de letra \tiny.

Aquí aparece la nota marginal más \marginpar{\tiny He encontrado una asombrosa demostración pero este margen es muy pequeño para contenerla.} famosa en la historia de la ciencia, en el tamaño de letra \verb"\tiny".

Ejemplo El entorno `itemize`:

Aristóteles pensaba que hay tres clases de felicidad:

- La felicidad de quien vive de diversiones y placeres.
- La felicidad de quien vive como ciudadano libre y responsable.
- La felicidad de quien vive como filósofo y pensador.

Pensaba que era verdaderamente feliz sólo quien podía combinar equilibradamente las tres clases de felicidad.

Aristóteles pensaba que hay tres clases de felicidad:

```
\begin{itemize}
\item La felicidad de quien vive de diversiones y placeres.
\item La felicidad de quien vive como ciudadano libre y responsable.
\item La felicidad de quien vive como filósofo y pensador.
\end{itemize}
```

Pensaba que era verdaderamente feliz sólo quien podía combinar equilibradamente las tres clases de felicidad.

Ejemplo El entorno `enumerate`:

Las fuerzas fundamentales de la naturaleza son:

1. La *fuerza gravitatoria*. Es la más débil de las cuatro y es siempre una fuerza de atracción.
2. La *fuerza electromagnética*. Es experimentada por partículas con carga; puede ser de atracción o de repulsión.
3. La *interacción nuclear fuerte*. Mantiene unidos los núcleos atómicos.
4. La *interacción nuclear débil*. Controla procesos como la desintegración radioactiva.

Las fuerzas fundamentales de la naturaleza son:

```
\begin{enumerate}
\item La {\em fuerza gravitatoria.} Es la más débil de las cuatro y es
siempre una fuerza de atracción.
\item La {\em fuerza electromagnética.} Es experimentada por partículas con
carga; puede ser de atracción o de repulsión.
\item La {\em interacción nuclear fuerte.} Mantiene unidos los núcleos
atómicos.
\item La {\em interacción nuclear débil.} Controla procesos como la
desintegración radioactiva.
\end{enumerate}
```

Ejemplo El entorno `description`:

Los cuatro satélites de Júpiter descubiertos por Galileo son:

Europa: es el menor de los cuatro, un poco más pequeño que la Luna.

Io: tiene más o menos el tamaño de la Luna.

Ganimedes: es el mayor satélite del sistema solar. De hecho, es más grande que el planeta Mercurio, aunque sólo tiene las tres quintas partes de la masa de éste.

Calisto: es el más exterior de los cuatro y el tercero en tamaño.

Los cuatro satélites de Júpiter descubiertos por Galileo son:

```
\begin{description}
\item[Europa:] es el menor de los cuatro, un poco más pequeño que la Luna.
\item[Io:] tiene más o menos el tamaño de la Luna.
\item[Ganimedes:] es el mayor satélite del sistema solar. De hecho, es más
grande que el planeta Mercurio, aunque sólo tiene las tres quintas
partes de la masa de éste.
\item[Calisto:] es el más exterior de los cuatro y el tercero en tamaño.
\end{description}
```

Ejemplo Listas encajadas:

- Primer ítem del primer nivel.
- Segundo ítem del primer nivel, con una lista encajada.
 - Primer ítem del segundo nivel, con una lista encajada.
 - Primer ítem del tercer nivel.
 - Segundo ítem del tercer nivel, con una lista encajada.
 - ◊ Primer ítem del cuarto nivel.
 - ◊ Segundo ítem del cuarto nivel.
 - ◊ Tercer ítem del cuarto nivel.
 - Segundo ítem del segundo nivel.
 - Tercer ítem del segundo nivel.
- Tercer ítem del primer nivel.

instrucciones ➤

◀◀ *resultado*

```
\begin{itemize}
\item Primer ítem del primer nivel.
\item Segundo ítem del primer nivel, con una lista encajada.
\begin{itemize}
\item Primer ítem del segundo nivel, con una lista encajada.
\begin{itemize}
\item Primer ítem del tercer nivel.
\item Segundo ítem del tercer nivel, con una lista encajada.
\begin{itemize}
\item Primer ítem del cuarto nivel.
\item Segundo ítem del cuarto nivel.
\item Tercer ítem del cuarto nivel.
\end{itemize}
\end{itemize}
\end{itemize}
\item Segundo ítem del segundo nivel.
\item Tercer ítem del segundo nivel.
\end{itemize}
\item Tercer ítem del primer nivel.
\end{itemize}
```

Ejemplo El paquete `enumerate`:

E-1 Primera división

E-2 Segunda división

- (a) Primer sub-ítem
- (b) Segundo sub-ítem
- (c) Tercer sub-ítem

E-3 Tercera división

```
\begin{enumerate}[E-1]
\item Primera división
\item Segunda división
\begin{enumerate}[(a)]
\item Primer sub-ítem
\item Segundo sub-ítem
\item Tercer sub-ítem
\end{enumerate}
\item Tercera división
\end{enumerate}
```

Noción 1. Célebre

- A) Egregio
- B) Epónimo
- C) Perínclito

Noción 2. Elocuente

- A) Persuasivo
- B) Grandilocuente
- C) Lenguaraz

```
\begin{enumerate}[{\sf Noción} 1.]  
  \item Célebre  
  \begin{enumerate}[A]  
    \item Egregio  
    \item Epónimo  
    \item Perínclito  
  \end{enumerate}  
\end{enumerate}  
  \item Elocuente  
  \begin{enumerate}[A]  
    \item Persuasivo  
    \item Grandilocuente  
    \item Lenguaraz  
  \end{enumerate}  
\end{enumerate}
```

Rama I. India

I-1 Hindú

I-2 Bengalí

I-3 Sánscrito

(A) Lenguas griegas

- Ático
- Jónico
- Dórico

(B) Lenguas romances

- ★ Latín
- ★ Italiano
- ★ Francés
- ★ Español
- ★ Portugués

Rama II. Germánica

Rama III. Celta

Rama IV. Eslava

```
\begin{enumerate}[\{Rama\} I.]  
  \item India  
  \begin{enumerate}[\{I\}-1]  
    \item Hindú  
    \item Bengalí  
    \item Sánscrito  
    \begin{enumerate}[(A)]  
      \item Lenguas griegas  
      \begin{enumerate}[$\bullet$]  
        \item Ático  
        \item Jónico  
        \item Dórico  
      \end{enumerate}  
      \item Lenguas romances  
      \begin{enumerate}[$\star$]  
        \item Latín  
        \item Italiano  
        \item Francés  
        \item Español  
        \item Portugués  
      \end{enumerate}  
    \end{enumerate}  
  \end{enumerate}  
  \item Germánica  
  \item Celta  
  \item Eslava  
\end{enumerate}
```

Ejemplo El uso de \verb:

Entrada	Salida
\verb+"'135 menos el 10%".	\$135 menos el 10%.
\verb!\\ y \newline!.	\\ y \newline.

Ejemplo La versión estrella:

Entrada	Salida
\verb* "a b"	a\u2022b
\verb* "uno dos tres fin"	uno\u2022dos\u2022tres\u2022fin

Ejemplo El uso de \rule:

Primera línea: _____

Segunda línea: _____

Tercera línea: |

Cuarta línea: ■■■■■

Primera línea: \rule{5cm}{1pt}\par

Segunda línea: \rule[2mm]{8cm}{2pt}\par

Tercera línea: \rule{1pt}{6mm}\par

Cuarta línea: \rule{8mm}{3mm}

Ejemplo El uso de \hfill:

Principio

Principio

Fin

Fin

```
Principio\hfill Fin\\
\makebox[6cm]{Principio\hfill Fin}
```

Ejemplo El uso de `\hrulefill`:

Año:_____ Mes:_____ Día:_____.

```
\parbox{7cm}{Año:\hrulefill Mes:\hrulefill Día:\hrulefill.}
```

Ejemplo Relleno con flechas:

A—————→12 cm←—————B
A\rightarrowarrowfill 12 cm\leftarrowarrowfill B

Ejemplo Rellenos varios:

1	2	3	4	5
1	2	3	4	5
1_____	2_____	3_____	4_____	5
1_____	2	3_____	4	5
1_____	2————→3————→4————←5			

```
1\hfill 2\hfill 3\hfill 4\hfill 5\\
1\dotfill 2\dotfill 3\dotfill 4\dotfill 5\\
1\hrulefill 2\hrulefill 3\hrulefill 4\hrulefill 5\\
1\hrulefill 2\dotfill 3\hrulefill 4\dotfill 5\\
1\rightarrowfill 2\rightarrowfill 3\leftarrowfill 4\leftarrowfill 5
```

Ejemplo

1	2	3	4	5				
1	2	3	4	5
1	2	3	4	5				
1	2	3	4	5			
1	2	3	4	5				

```
\begin{minipage}{8cm} 1\hfill 2\hfill 3\hfill 4\hfill 5\\
1\dotfill 2\dotfill 3\dotfill 4\dotfill 5\\
1\hrulefill 2\hrulefill 3\hrulefill 4\hrulefill 5\\
1\hrulefill 2\dotfill 3\hrulefill 4\dotfill 5\\
1\rightarrowfill 2\rightarrowfill 3\leftarrowfill 4\leftarrowfill 5
\end{minipage}
```

Ejemplo

Nombre Apellidos Idioma

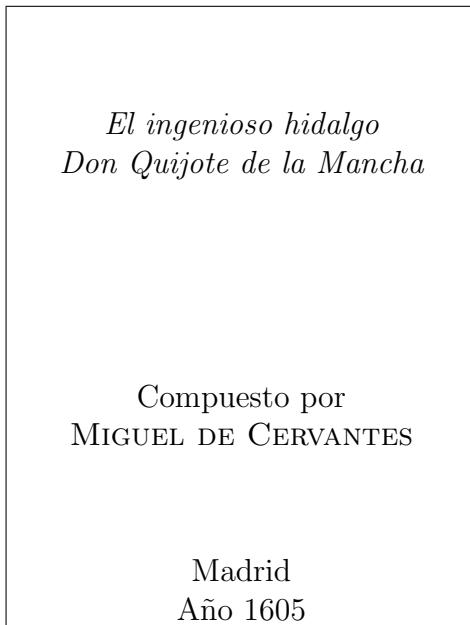
Nombre \dotfill\dotfill Apellidos \dotfill\dotfill\dotfill
\hfill\hfill Idioma \dotfill

Ejemplo

Salida 6:30 AM Llegada 2 PM

\hspace*{1cm}Salida\dotfill\dotfill\dotfill 6:30 AM\hfill\hfill
Llegada\dotfill\dotfill\dotfill 2 PM \hspace*{1cm}

Ejemplo El uso de `\vfill`: Los 8 centímetros de esta mini-página se distribuyen por medio de varios `\vfill`. Obsérvese el uso de dos `\vfill` consecutivos.



```
\fbox{\begin{minipage}[c][8cm]{6cm}}
\centering
\vfill
{\it El ingenioso hidalgo\\
Don Quijote de la Mancha}
\vfill\vfill
Compuesto por\\
{\sc Miguel de Cervantes}
\vfill
Madrid \\
Año 1605\\
\end{minipage}}
```

Ejemplos de definición de comandos simples:

Ejemplo

Si aparece repetidas veces el comando `\smallskip` en un documento, bien vale la pena abreviarlo con `\sk`, o algo similar. Para ello escribimos la instrucción

```
\newcommand{\sk}{\smallskip}
```

Ejemplo

Podemos abreviar las instrucciones de entornos de uso frecuente; por ejemplo, `\begin{itemize}` lo podemos simplificar como `\bi` y `\end{itemize}` como `\ei`:

```
\newcommand{\bi}{\begin{itemize}}
\newcommand{\ei}{\end{itemize}}
```

Ejemplo

Las instrucciones `\normalsize`, `\footnotesize` y `\scriptsize` para tamaños de letra se pueden abreviar, por ejemplo con `\normal`, `\Small` y `\SMALL`, respectivamente:

```
\newcommand{\normal}{\normalsize}
\newcommand{\Small}{\footnotesize}
\newcommand{\SMALL}{\scriptsize}
```

**Ejemplo**

Después de la siguiente definición, el comando \Nota producirá **Nota**:

```
\newcommand{\Nota}{\fbox{\bf Nota}}
```

Ejemplo

El comando del ejemplo anterior se puede definir alternativamente con \newbox, con lo que es un poco más eficiente:

```
\newbox{\Nota}  
\sbox{\Nota}{\fbox{\bf Nota}}
```

Para usar el nuevo comando así definido, se escribe \usebox{\Nota}.

Ejemplo

Después de la siguiente definición podemos escribir \usebox{\obs} para obtener Observación:

```
\newbox{\obs}  
\sbox{\obs}{\underline{\sf Observación}}
```

Ejemplo El uso de `\label` y `\ref`: Después de la instrucción

```
\section{Grupos solubles}\label{solubles}
```

se puede hacer referencia al número de la sección o a la página en que aparece:

```
... en la sección \ref{solubles}, página \pageref{solubles}, se  
mencionó que...
```

obteniendo algo como

```
... en la sección 4, página 73, se mencionó que...
```

Ejemplo La siguiente nota al pie de página, creada con `\footnote`, tiene una etiqueta asignada con `\label`:

```
...\footnote{\label{recientes} Investigaciones recientes en varias  
partes del mundo han mostrado ... } ...
```

Se puede hacer referencia posterior al número de la nota:

```
... como se señaló en la nota \ref{recientes}, hay evidencia...
```

produce algo como

```
... como se señaló en la nota 14, hay evidencia...
```

Ejemplo El uso de `\setcounter`:

```
\setcounter{chapter}{5}
```

asigna el valor 5 al contador `chapter`, por lo que la siguiente aparición de `\chapter` creará el encabezado del capítulo 6.

Ejemplo `\setcounter{footnote}{-1}` hace que la siguiente nota al pie de página se numere como 0.

Ejemplo Modificación del estilo de numeración de los contadores:

```
\renewcommand{\thechapter}{\Roman{chapter}}
```

 hace que los capítulos se numeren con números romanos en mayúscula.

Ejemplo `\renewcommand{\thesection}{\Alph{section}}` hace que las secciones se numeren con letras mayúsculas.

Ejemplo `\renewcommand{\thepage}{\Roman{chapter}--\arabic{page}}` hace que las páginas se numeren en la forma IV–28 (donde IV representa el número del capítulo y 28 el de la página).



Ejemplo El uso de \newcounter:

Después de las instrucciones

```
\newcounter{nota}
\newcommand{\nota}{\stepcounter{nota}{\bf NOTA \thenota.}}
```

obtenemos **NOTA 1.** al escribir \nota por primera vez, **NOTA 2.** la segunda vez, y así sucesivamente.

Ejemplo

El entorno `thebibliography`: La siguiente es una lista bibliográfica típica en un documento escrito con el estilo `article`.  Obsérvese que para la primera publicación no se usó ninguna *clave*, ya que el autor no tiene intenciones de citarla en el interior del documento.

```
\renewcommand{\refname}{Bibliografía}
\begin{thebibliography}{9}
\bibitem{} Frey, G. \textit{Links between stable elliptic curves and certain diophantine equations}, Annales universitatis Saraviensis, \textbf{1} (1986), 1--40.
\bibitem{wiles1} Wiles, Andrew, \textit{Modular curves and certain class group}, Invent. Math. \textbf{58} (1980), 1--35. \bibitem{wiles2} Wiles, Andrew, \textit{Modular elliptic curves and Fermat's Last Theorem}, Annals of Mathematics \textbf{142} (1995), 443--551.
\bibitem{taylor-wiles} Taylor, Richard and Wiles, Andrew, \textit{Ring-theoretic properties of certain Hecke algebras}, Annals of Mathematics \textbf{142} (1995), 553--572.
\end{thebibliography}
```

Resultado ➔

Dentro del documento se hace referencia a estas publicaciones:

La parte esencial de esta demostración aparece en `\cite{wiles2}` y las correcciones necesarias se encuentran en `\cite{taylor-wiles}`.

produce

La parte esencial de esta demostración aparece en [3] y las correcciones necesarias se encuentran en [4].

 *intrucciones*

Bibliografía

- [1] Frey, G. *Links between stable elliptic curves and certain diophantine equations*, Annales universitatis Saraviensis, **1** (1986), 1–40.
- [2] Wiles, Andrew, *Modular curves and certain class group*, Invent. Math. **58** (1980), 1–35.
- [3] Wiles, Andrew, *Modular elliptic curves and Fermat's Last Theorem*, Annals of Mathematics **142** (1995), 443–551.
- [4] Taylor, Richard and Wiles, Andrew, *Ring-theoretic properties of certain Hecke algebras*, Annals of Mathematics **142** (1995), 553–572.

Ejemplo La misma bibliografía del [ejemplo anterior](#) pero con un rótulo diferente y etiquetas no-numéricas. La etiqueta más ancha, [T-W], se incluye en el argumento de la instrucción `\begin{thebibliography}`:

```
\renewcommand{\refname}{Referencias bibliográficas}
\begin{thebibliography}[T-W]
\bibitem[F]{} Frey, G. \textit{Links between stable elliptic curves
and certain diophantine equations}, Annales universitatis Saraviensis,
\textbf{1} (1986), 1--40.
\bibitem[Wa]{wiles1} Wiles, Andrew, \textit{Modular curves and
certain class group}, Invent. Math. \textbf{58} (1980), 1--35.
\bibitem[Wb]{wiles2} Wiles, Andrew, \textit{Modular elliptic curves
and Fermat's Last Theorem}, Annals of Mathematics \textbf{142} (1995),
443--551.
\bibitem[T-W]{taylor-wiles} Taylor, Richard and Wiles, Andrew,
\textit{Ring-theoretic properties of certain Hecke algebras}, Annals
of Mathematics \textbf{142} (1995), 553--572.
\end{thebibliography}
```

Resultado ➔



◀◀ *instrucciones*

Referencias bibliográficas

- [F] Frey, G. *Links between stable elliptic curves and certain diophantine equations*, Annales universitatis Saraviensis, **1** (1986), 1–40.
- [Wa] Wiles, Andrew, *Modular curves and certain class group*, Invent. Math. **58** (1980), 1–35.
- [Wb] Wiles, Andrew, *Modular elliptic curves and Fermat's Last Theorem*, Annals of Mathematics **142** (1995), 443–551.
- [T-W] Taylor, Richard and Wiles, Andrew, *Ring-theoretic properties of certain Hecke algebras*, Annals of Mathematics **142** (1995), 553–572.



4.1 Modo matemático

Uno de los tres **modos** de procesamiento es el *modo matemático*; se invoca con:

`$... $` y `\begin{math} ... \end{math}` para expresiones matemáticas no desplegadas; o

`\[... \]` y `\begin{displaymath} ... \end{displaymath}` para expresiones matemáticas desplegadas y centradas.

`\begin{equation} ... \end{equation}` para una expresión desplegada, centrada y numerada en el margen derecho.

- ☞ En modo matemático, L^AT_EX ignora todos los espacios; las letras aparecen en cursiva, y el espaciamiento entre los símbolos es automático.

4.2 Los paquetes **amsmath** y **amssymb**

amsmath es el paquete que incorpora al ambiente L^AT_EX 2_ε el antiguo software conocido como *AMS-T_EX* y *AMS-L^AT_EX*. La mayoría de construcciones matemáticas presentadas en este capítulo requieren este paquete.

amssymb contiene la extensa colección de **símbolos matemáticos** de la AMS. Invoca, a su vez, el paquete **amsfonts**.

latexsym define **símbolos matemáticos** adicionales.

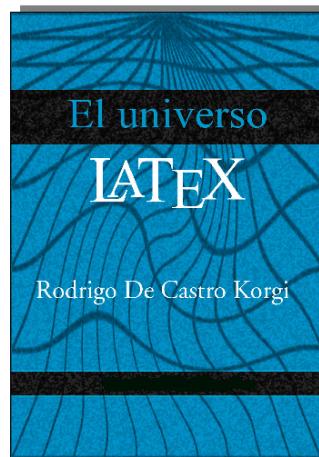
- ☞ Estos paquetes se cargan mediante `\usepackage`.

4.3 Galería de símbolos matemáticos

- Relaciones binarias básicas.
- Relaciones binarias del paquete `amssymb`.
- Operadores binarios básicos.
- Operadores binarios del paquete `amssymb`.
- Relaciones y operadores binarios del paquete `latexsym`.
- Flechas.
- Flechas del paquete `amssymb`.
- Relaciones y flechas negadas del paquete `amssymb`.
- Esquinas.
- Miscelánea de símbolos.
- Miscelánea de símbolos del paquete `amssymb`.
- Letras griegas minúsculas.
- Letras griegas mayúsculas.
- Letras hebreas.

4.4 Recomendaciones para la correcta escritura en matemáticas

El lector encontrará en la sección 4.4, página 95 del libro, una extensa lista de errores y confusiones típicos que conviene evitar para sacar el mayor provecho de las herramientas matemáticas de L^AT_EX y los paquetes que se describen en este capítulo.



4.5 Subíndices y superíndices

Los **subíndices** se obtienen con $\underline{}$, y los **superíndices** con $\overset{\wedge}{}$. Estos caracteres son **reservados**, y sólo se pueden usar en **modo matemático**.

4.6 Puntos suspensivos

Comandos básicos de L^AT_EX:

`\ldots` produce ... (se puede usar en modo normal y en modo matemático).

`\cdots` produce ···

`\vdots` produce :

`\ddots` produce ···

Comandos del paquete **amsmath**:

`\dotsc` se usa para puntos suspensivos horizontales en presencia de comas.

`\dotsb` se usa para puntos suspensivos horizontales en presencia de operadores o relaciones binarias.

`\dotsm` se usa para puntos suspensivos horizontales en presencia de multiplicaciones o productos.

`\dotso` se usa para puntos suspensivos horizontales en otros contextos.

4.7 Fracciones

`\frac{numerador}{denominador}` crea una fracción; el tamaño de los símbolos es escogido automáticamente por L^AT_EX, según la situación.

`\tfrac{numerador}{denominador}` crea un fracción en tamaño texto (tamaño `\textstyle`).

`\dfrac{numerador}{denominador}` crea un fracción en tamaño de despliegue (tamaño `\displaystyle`).

`\cfrac{numerador}{denominador}` crea una fracción continua; el tamaño de los símbolos es escogido automáticamente por L^AT_EX.

- ☞ Para fracciones continuas, `\cfrac` produce mejores resultados que el uso directo de `\frac`, como se aprecia en el [ejemplo](#).

4.8 Coeficientes binomiales

`\binom{expr. superior}{expr. inferior}` crea un coeficiente binomial; el tamaño de los símbolos es escogido automáticamente por L^AT_EX, según la situación.

`\tbinom{expr. superior}{expr. inferior}` crea un coeficiente binomial en tamaño texto (tamaño `\textstyle`).

`\dbinom{expr. superior}{expr. inferior}` crea un coeficiente binomial en tamaño de despliegue (tamaño `\displaystyle`).

4.9 Raíces

`\sqrt[índice]{radicando}`. El *índice* es opcional, y se emplea para raíces no cuadradas.

`\leftroot{n}` mueve el índice de la raíz *n* **micro-espacios** hacia la izquierda (si *n* es positivo) y hacia la derecha (si *n* es negativo). Este comando se usa como parte del argumento *índice* de `\sqrt`.

`\uproot{n}` mueve el índice de la raíz *n* **micro-espacios** hacia arriba (si *n* es positivo) y hacia abajo (si *n* es negativo). Este comando se usa como parte del argumento *índice* de `\sqrt`.

`\smash[parte]` sirve para recortar una *parte* del radicando (la altura con [t] o la profundidad con [b]), y permite ajustar varios radicales que aparezcan en el mismo renglón.

4.10 Funciones y operadores básicos

Los [comandos para funciones y operadores](#) producen los nombres de las funciones en texto normal, y con espaciamiento adecuado a izquierda y a derecha.

- ☞ Sobre el uso correcto de funciones y operadores, [véanse los ejemplos](#).
- ☞ El usuario puede [definir funciones y operadores nuevos](#) que preserven las normas de tipo de letra y espaciamiento.

4.11 Texto en expresiones matemáticas

`\text{texto}` se usa para incluir *texto* en modo matemático.

- ☞ `\text{...}` es un comando del paquete **amsmath** y se utiliza principalmente en los despliegues, ya que en el discurso corriente el modo matemático está delimitado por los símbolos \$.
- ☞ Los **comandos de L^AT_EX para cambio de letra** también se pueden usar en modo matemático.

4.12 Sumas

`\sum_{límite inferior}^{límite superior}` produce símbolos sumatorios. Dependiendo del contexto, el símbolo aparece en tamaño de texto \sum y con los límites a la derecha, o bien en tamaño de despliegue \sum con los límites debajo y encima del símbolo.



`\nolimits`, escrito inmediatamente antes de los límites, hace que éstos aparezcan al lado derecho del símbolo sumatorio.

`\limits`, escrito inmediatamente antes de los límites, hace que éstos aparezcan debajo y encima del símbolo sumatorio.

`\substack{... \\ ...}` comando del paquete **amsmath** para colocar límites inferiores en varias líneas (separadas por `\backslash\backslash`).

`subarray` es un entorno del paquete **amsmath**, con la misma sintaxis del entorno `array` de L^AT_EX, diseñado para límites inferiores con varias líneas. Hay dos opciones de alineación: `l` (a la izquierda) y `c` (centrado).

`\sideset{anteriores}{posteriores}` comando del paquete **amsmath** para colocar símbolos *anteriores* y *posteriores* al símbolo sumatorio.



- ☞ El paquete **amsmath** tiene la opción `nosumlimits` para forzar a L^AT_EX a escribir *todos* los límites (superiores e inferiores) de los símbolos sumatorios en la parte lateral, incluso en las expresiones desplegadas. Se invoca en la forma `\usepackage[nosumlimits]{amsmath}`.

4.13 Integrales

La sintaxis de los [comandos para integrales](#) es similar a la de `\sum`. El tamaño del símbolo integral depende del contexto, como se aprecia en los [ejemplos](#).

- ☞ Los modificadores `\limits` y `\nolimits`, el entorno `subarray`, y los comandos `\substack` y `\sideset` se pueden usar con integrales.
- ☞ El paquete `amsmath` se puede cargar con la opción `intlimits`, que hace que los límites aparezcan siempre debajo y encima del símbolo integral (es decir, el modificador `\limits` está siempre vigente). Se invoca en la forma `\usepackage[intlimits]{amsmath}`.

4.14 Operadores grandes

Los [comandos para operadores grandes](#) (\prod , \coprod , \bigcup , \bigcap , \biguplus , \bigodot , \bigoplus , \bigotimes , \bigvee , \bigwedge y \bigsqcup) tienen una sintaxis similar a la de $\backslash\text{sum}$.

- ☞ Los modificadores `\limits` y `\nolimits`, el entorno `subarray`, y los comandos `\substack` y `\sideset` se pueden usar con los [operadores grandes](#).
- ☞ La opción `nosumlimits` del paquete `amsmath` también se puede usar con los [operadores grandes](#) para forzar a L^AT_EX a escribir *todos* los límites (superiores e inferiores) en la parte lateral, incluso en las expresiones desplegadas.

4.15 Fórmulas en cajas

Una *expresión* matemática se puede encerrar en una caja por medio de:

- El comando `\fbox` de L^AT_EX: `\fbox{\$expresión\$}`.
 - El comando `\boxed{expresión}` del paquete `amsmath`. Este comando que debe usarse en **modo matemático**, pero la *expresión* misma no se escribe entre \$.
- ☞ Es frecuentemente útil encerrar una expresión matemática en una caja con bordes invisibles, por medio de `\mbox`. Véase al respecto la sección 4.26.

4.16 Acentos en modo matemático

Los [comandos para acentuar símbolos](#) solamente se pueden usar en texto corriente y no en **modo matemático**, modo en el cual hay que usar [comandos especiales para acentos](#).

- ☞ El paquete **amsmath** posee los comandos `\ddot{d}` y `\dddot{d}` para colocar puntos triples y cuádruples sobre un símbolo. Por ejemplo, `\ddot{u}` produce \ddot{u} y `\dddot{Q}` produce \dddot{Q} .
- ☞ Existen algunos [comandos para “condecoraciones”](#) que abarquen uno o más símbolos.

4.17 Micro-espacios

`\,` produce un micro-espacio equivalente a un sexto de \quad. 

`\;` equivale a dos micro-espacios.

`\:` equivale a tres micro-espacios.

`\!` produce un micro-espacio negativo (lo que equivale a “retroceder” un micro-espacio).

4.18 Operadores con límites inferiores

Con los comandos para [operadores con límites inferiores](#), los límites aparecen a la derecha o debajo del operador, dependiendo del tamaño. Los límites se escriben con la sintaxis de [subíndices](#), como se aprecia en los [ejemplos](#).

El paquete [amsmath](#) permite al usuario definir nuevos operadores con:

`\DeclareMathOperator{\nombre}{definición}` define un nuevo operador (`\nombre`), que aparecerá en letra romana (no itálica) y con el espaciamiento adecuado.

`\DeclareMathOperator*{\nombre}{definición}` define un nuevo operador (`\nombre`) que admite “límites”.

- ☞ Con los operadores definidos por el usuario o pre-definidos por L^AT_EX se pueden usar los modificadores `\limits` y `\nolimits`.
- ☞ Los nuevos operadores se deben definir en el [preámbulo](#) del documento, después de cargar el paquete [amsmath](#).

4.19 Relaciones de congruencia

Comandos de L^AT_EX:

`\bmod{módulo}` imprime la expresión ‘mod’ seguida del *módulo*.

`\pmod{módulo}` imprime, entre paréntesis y un poco separada, la expresión ‘mod’ seguida del *módulo*.

Comandos del paquete **amsmath**:

`\mod{módulo}` imprime, un poco separada, la expresión ‘mod’ seguida del *módulo*.

`\pod{módulo}` imprime el *módulo* entre paréntesis.

- ☞ Si se usa el paquete **babel**, opción **spanish**, se obtendrá mód con los comandos `\bmod` y `\pmod` de L^AT_EX. El acento se puede eliminar declarando con anterioridad `\unaccentedoperators`.

4.20 Paréntesis y símbolos de agrupación

- ☞ Además de los paréntesis () y [] (que se obtienen con sus respectivas teclas), L^AT_EX tiene otros **símbolos de agrupación**.
- ☞ El paquete **amsmath** tiene **comandos para modificar el tamaño de los símbolos**.
- ☞ Comandos de L^AT_EX para agrandar los **símbolos de agrupación**:

\left *símbolo* y **\right** *símbolo* agrandan los *símbolos* de agrupación para abarcar la expresión que encierran. Se deben usar en pares (de ser necesario, se usa **\left.** o **\right.** para completar el par).

- ☞ Comandos de L^AT_EX para llaves o corchetes horizontales:

\overbrace{*expresión*} coloca una llave o corchete horizontal encima de la *expresión*; sobre la llave se puede poner otra expresión, con la sintaxis de **superíndice**.

\underbrace{*expresión*} coloca una llave o corchete horizontal debajo de la *expresión*; bajo la llave se puede poner otra expresión, con la sintaxis de **subíndice**.

4.21 Casos

```
\begin{cases}
... & ...
    :
... & ...
\end{cases}
```

produce una construcción con casos, con un corchete exterior { del tamaño adecuado. No es necesario usar \\ en la última fila.

4.22 Matrices

El paquete **amsmath** tiene seis entornos para matrices. Las componentes de una matriz se separan con `&` y las filas con `\backslash`. El número de símbolos `&` debe ser el mismo en cada fila, y las componentes aparecen centradas en sus columnas.

matrix se usa para matrices sin paréntesis.

pmatrix se usa para matrices entre ().

bmatrix se usa para matrices entre [].

vmatrix se usa para matrices entre | |.

Bmatrix se usa para matrices entre { }.

Vmatrix se usa para matrices entre || ||.

- ☞ Estos entornos admiten un máximo de 10 columnas por matriz. El **contador** `MaxMatrixCols` controla el número máximo de columnas, y se puede modificar por medio de `\setcounter`.



- ☞ El comando `\hdotsfor[separación]{n}` de **amsmath** produce una fila de puntos que se extiende por n columnas. El argumento opcional *separación* controla el espaciamiento entre los puntos.
- ☞ El entorno `smallmatrix` de **amsmath** se usa para matrices pequeñas dentro de párrafos.
- ☞ L^AT_EX posee su propio entorno para matrices: **array**.

4.23 Matrices con el entorno **array** de L^AT_EX

```
\begin{array}{formato}
... & ... & ...
    :
... & ... & ...
\end{array}
```

produce una matriz con las columnas justificadas según las especificaciones del *formato*: **l** (a la izquierda), **c** (centrada) o **r** (a la derecha). Los **paréntesis** exteriores se deben colocar explícitamente.

- ☞ L^AT_EX controla la separación de columnas en los entornos **array** y **eqnarray** por medio del parámetro **\arraycolsep**. Su valor por defecto es **2mm** (aprox.) y se puede modificar con **\setlength**.

4.24 Tipos de letra en modo matemático

L^AT_EX usa letra itálica en modo matemático, excepto para los nombres de funciones y operadores básicos. Existen comandos para diferentes tipos de letra en modo matemático, los cuales sólo afectan a los números y a las letras del alfabeto ordinario. Todo lo demás (paréntesis, símbolos, operadores, letras griegas, etc) permanece inalterado. Véanse algunos ejemplos.

4.25 Símbolos en negrilla

El comando `\mathbf` afecta solamente a las letras del alfabeto ordinario, a los números y a las letras griegas mayúsculas no inclinadas. Además, las negrillas obtenidas no son itálicas. Para suplir estas limitaciones, el paquete `amsmath` tiene la instrucción `\boldsymbol` con la que se obtienen los símbolos en negrilla, preservando el tipo de letra.

- ☞ Véase el [efecto de `\boldsymbol` sobre algunos tipos de letra](#).
- ☞ Cuando las fuentes locales no incluyen los correspondientes símbolos en negrilla, `\boldsymbol` no tiene efecto alguno. Entre los símbolos que *no* se ven afectados por `\boldsymbol` se encuentran los obtenidos con `\mathbb` y los [operadores grandes](#). Para esos símbolos se puede usar la llamada “negrilla de los pobres” `\pmb` (del inglés, *poor man’s bold*). El resultado final no es de calidad óptima, pero es aceptable.
- ☞ L^AT_EX tiene el comando `\boldmath`, similar a `\boldsymbol`, pero no se puede usar en [modo matemático](#), por lo que su uso no se recomienda.

4.26 Tamaño de los símbolos

L^AT_EX tiene sus propios criterios para escoger el tamaño de los símbolos en expresiones matemáticas, pero el usuario puede cambiar los tamaños por medio de las siguientes **declaraciones globales**:

\displaystyle Tamaño en expresiones desplegadas.

\textstyle Tamaño en texto normal (párrafos).

\scriptstyle Tamaño de los exponentes y subíndices de primer nivel.

\scriptscriptstyle Tamaño de los exponentes y subíndices segundo nivel (y superior).

- ☞ Las declaraciones globales para el cambio en el **tamaño de la letra** también sirven para expresiones matemáticas; sin embargo, no se pueden usar en **modo matemático**. Para cambiar el tamaño de un símbolo particular, usando dichas declaraciones, el símbolo se debe encerrar dentro de un **\mbox**, como se muestra en los **ejemplos**.

4.27 Símbolos sobre símbolos

Comando L^AT_EX:

`\stackrel{algo encima de}{algo}` coloca *algo encima de algo*.

Comandos del paquete **amsmath**:

`\overset{algo encima de}{algo}` coloca *algo encima de algo*.

`\underset{algo debajo de}{algo}` coloca *algo debajo de algo*.

`\xrightarrow[algo debajo]{algo encima}` produce una flecha que apunta a la derecha y tiene *algo encima* y *algo debajo*, siendo éste último un argumento opcional. La longitud de la flecha se adapta automáticamente.

`\xleftarrow[algo debajo]{algo encima}` produce una flecha que apunta a la izquierda y tiene *algo encima* y *algo debajo*, siendo éste último un argumento opcional. La longitud de la flecha se adapta automáticamente.

4.28 Definición de nuevos comandos

Las instrucciones `\newcommand` y `\providecommand` para definir nuevos comandos se han presentado en la sección 3.23. L^AT_EX permite que los comandos sean usados tanto en modo normal como en modo matemático, si se añade la declaración `\ensuremath` en la *definición* del nuevo comando.

Ejemplos de definición de comandos simples.

Ejemplos de definición de comandos con argumentos obligatorios.

Se pueden definir comandos con un máximo de nueve argumentos obligatorios, en la forma:

```
\newcommand{\nombre}[n]{definición}
```

donde *n* es el número de argumentos del comando `\nombre` ($1 \leq n \leq 9$). En la *definición*, los argumentos están representados por los parámetros `#1, #2, ..., #n`.

Ejemplos de definición de comandos con un argumento opcional.

L^AT_EX permite definir comandos con un (y sólo un) argumento opcional, en la forma:

```
\newcommand{\nombre}[n][defecto]{definición}
```



donde n es el número de argumentos del comando `\nombre`, incluyendo el argumento opcional, ($1 \leq n \leq 9$), y *defecto* es el valor que asume por defecto el único argumento opcional. En la *definición*, el argumento opcional está representado por el parámetro `#1`; los demás argumentos son `#2`, `#3`, ..., `#n`.

4.29 Separación de expresiones matemáticas en el margen derecho

`\nobreakdash` evita separaciones en el margen derecho después de un guión, en expresiones como p -subgrupo, n -lineal, q -binomial, etc. Este comando debe colocarse antes del guión.



En la página 132 del libro aparecen más detalles y consejos sobre división de fórmulas en el margen derecho.

4.30 Alineación y numeración de fórmulas

```
\begin{equation}  
.....  
\end{equation}
```

despliega y numera una ecuación. El entorno **equation*** (perteneciente a **amsmath**) despliega fórmulas sin numerarlas y es equivalente a **\[** y **\]**.

- ☞ Para la numeración de fórmulas desplegadas, L^AT_EX utiliza el **contador equation**, que se incrementa en 1 cada vez que aparece el entorno **equation**. (Véase también: [opciones para la numeración de fórmulas](#)).
- ☞ Con el entorno **equation** podemos usar **\label**, **\ref** y **\pageref** para las [referencias cruzadas](#), tal como se hace con cualquier otro contador.
- ☞ Para dividir fórmulas muy grandes en dos o más renglones, L^AT_EX solamente cuenta con el entorno **eqnarray**, pero el paquete **amsmath** dispone de una colección de sofisticados entornos:
 - multline**
 - align**
 - aligned**
 - split**
 - gather**
 - flalign**
 - gathered**
- ☞ Con cualquiera de estos entornos se puede usar el comando **\intertext** para insertar renglones de texto en el despliegue. Solamente se puede usar



después de `\backslash`, y es especialmente útil con `align`, ya que preserva la alineación.

4.30.1 División de fórmulas con `multline`

```
\begin{multline}
..... \\
..... \\
... \\
\end{multline}
```

se usa para dividir fórmulas sin alinearlas. El primer renglón aparece cargado a la izquierda, el último a la derecha, y los intermedios centrados. La “versión estrella” (`multline*`) no produce numeración.

4.30.2 Alineaciones con `gather`

```
\begin{gather}
..... \\
..... \\
... \\
\end{gather}
```

se asemeja a `multline` pero los renglones aparecen centrados y numerados. El comando `\notag` elimina la numeración en renglones particulares. La “versión estrella” (`gather*`) no produce numeración.



4.30.3 Alineaciones con align

```
\begin{align}
... & ...
...
& ...
\\
...
& ...
\end{align}
```

permite alinear fórmulas; `\backslash` separa los diferentes renglones, y el símbolo `&` se coloca inmediatamente antes del símbolo con respecto al cual se hace la alineación. El comando `\notag` elimina la numeración en renglones particulares. La “versión estrella” (`align*`) no produce numeración.

- ☞ El entorno `align` también se puede usar para **alineaciones en dos o más columnas**. Para separar las columnas se usan símbolos `&`, adicionales a los símbolos de alineación en cada columna.

4.30.4 Alineaciones con split

El entorno `split` no es independiente y solamente se puede usar dentro de otros entornos. Se usa para alineaciones, en forma similar a `align`, pero todo el despliegue (y no cada renglón) recibe un único número. Dicho número aparece verticalmente centrado.





4.30.5 Alineaciones con aligned y gathered

Los entornos `aligned` y `gathered` construyen bloques de alineación que pueden colocarse unos al lado de otros, o de otro tipo de material (como paréntesis y corchetes). Estos bloques aparecen centrados verticalmente, a menos que se usen los argumentos opcionales `t` (*top*) ó `b` (*base*).

- ☞ La alineación dentro de `aligned` se hace con `&` y `\backslash\backslash` (como en `align`). Dentro de `gathered` sólo se necesita `\backslash\backslash` (como en `gather`).
- ☞ `aligned` y `gathered` son entornos “subsidiarios” y solamente se pueden usar dentro del entorno `equation`.

4.30.6 Alineaciones con flalign

El entorno `flalign` se usa como `align`, pero añade espacio proporcional entre columnas, de manera que el despliegue se imprime de extremo a extremo de la página. Cada una de las líneas del despliegue adquiere un número, pero se puede usar el comando `\notag` para eliminar la numeración de renglones particulares. La versión estrella (`flalign*`) no produce numeración.





4.30.7 Alineaciones con el entorno eqnarray de L^AT_EX

El entorno para alineaciones `eqnarray` (propio de L^AT_EX) tiene una sintaxis similar a la de `array`. Sus resultados son, por lo general, bastante insatisfactorios (véase el ejemplo de la página 145 del libro). Recomendamos que el lector use siempre los [entornos propios del paquete amsmath](#).

- ☞ L^AT_EX controla la separación de columnas en el entorno `eqnarray` por medio del parámetro `\arraycolsep`.

4.30.8 Espacio vertical en alineaciones

Para añadir espacio vertical entre dos renglones de una alineación se puede usar el argumento opcional del comando `\backslash\backslash`.

- ☞ [Ejemplo de alineación](#) que ilustra muchas de las facetas presentadas a lo largo de la presente sección.



4.30.9 Control de cambios de página en alineaciones

`\allowdisplaybreaks` declaración global que permite que L^AT_EX haga cambios de página (de ser necesario) en las alineaciones (subsiguientes) creadas con los entornos propios del paquete **amsmath**.

`\displaybreak` fuerza un cambio de página dentro de una alineación. Debe escribirse inmediatamente antes del `\\"` en el que se desea terminar la página.

- ☞ Se puede usar `\displaybreak` en todos los entornos del paquete **amsmath** pero no en el entorno **eqnarray** de L^AT_EX.
- ☞ `\allowdisplaybreaks` y `\displaybreak` no tienen efecto en algunos entornos, como **split** y **gathered**, que encierran su contenido en cajas inseparables.

4.31 Opciones para la numeración de fórmulas

4.31.1 Colocación y numeración de fórmulas

El paquete **amsmath** ofrece tres opciones (que se cargan por medio del argumento opcional de `\usepackage`) para la colocación y numeración de fórmulas desplegadas:

- `reqno` Fórmulas centradas, numeración a la derecha (opción por defecto).
- `leqno` Fórmulas centradas, numeración a la izquierda.
- `fleqn` Las fórmulas no aparecen centradas sino a una distancia fija (sangría) del margen izquierdo. 

4.31.2 Jerarquía de la numeración

L^AT_EX enumera las fórmulas la forma (1), (2), ... en el estilo `article`, y con el número del capítulo, en la forma (5.1), (5.2), ..., en los estilos `book` y `report`. Para modificar esta jerarquía de numeración, el paquete **amsmath** dispone de la instrucción `\numberwithin{equation}{división}` con la cual las fórmulas se enumeran con respecto a la *división* del documento señalada. Así por ejemplo, con `\numberwithin{equation}{section}`, las fórmulas numeradas incluyen el número de la sección.



4.31.3 Numeración forzada

`\tag{etiqueta}` produce una *etiqueta* entre paréntesis para el renglón actual de un despliegue. La “versión estrella”, `\tag*`, omite los paréntesis. Ambos comandos funcionan incluso dentro de las versiones estrella de los **entornos de alineación**; el **contador equation** *no* se incrementa.

4.31.4 Numeración subordinada

```
\begin{subequations}
.....
\end{subequations}
```

entorno de **amsmath** para numeración subordinada de fórmulas, numeración de la forma (4.27a), (4.27b), ...

- ☞ Se pueden hacer referencias cruzadas a los renglones con numeración subordinada (escribiendo `\label` antes de cada `\\"`) y al despliegue completo (escribiendo `\label` inmediatamente después de `\begin{subequations}`).
- ☞ El entorno **subequations** usa los **contadores** `parentequation` y `equation`. Para que la numeración subordinada utilice números romanos, en vez de letras, en la forma (4.27i), (4.27ii), ..., hay que escribir la instrucción



`\renewcommand{\theequation}{\theparentequation\roman{equation}}` debajo de `\begin{subequations}`. (Véase más sobre **modificación de contadores** y **numeración romana con babel, opción spanish**).

4.31.5 Referencias cruzadas

El comando `\eqref` de **amsmath** se comporta exactamente como `\ref`, pero encierra los números entre paréntesis.

4.31.6 Ajustes en la posición de los números

El comando `\raisetag{longitud}` de **amsmath** hace que el número de la fórmula se desplace hacia arriba, si la *longitud* dada es positiva, o hacia abajo si es negativa. El comando se debe escribir inmediatamente antes del `\backslash` correspondiente al número en cuestión.

4.32 Teoremas y estructuras relacionadas

`\newtheorem{nombre}{rótulo}` define una estructura numerada, creando el entorno *nombre* con su respectivo *contador* (llamado también *nombre*). El *rótulo* aparece impreso cuando se invoca el entorno.  El texto incluido en el nuevo entorno *nombre* aparecerá en letra itálica.

4.32.1 Opciones de `\newtheorem`

1. Con cualquiera de las estructuras creadas con `\newtheorem` se pueden usar `\label`, `\ref` y `\pageref` para referencias cruzadas.
2. Los entornos de las estructuras creadas con `\newtheorem` tienen un argumento opcional para agregar una descripción en el rótulo de la estructura.
3. Las estructuras creadas con `\newtheorem` se enumeran independiente-mente. Mediante un argumento opcional se puede hacer que varias es-tructuras compartan la misma secuencia de numeración.
4. Con el segundo argumento opcional de `\newtheorem` (escrito al final), se puede hacer que las estructuras adquieran numeración subordinada respecto de capítulos, secciones, etc.
5. Las opciones de los numerales 3 y 4 no pueden aparecer juntas en una definición, pero numeración y subordinación se pueden combinar.



4.32.2 El comando `\newtheorem` en el paquete **amsthm**

El paquete **amsmth** brinda mayor control sobre `\newtheorem` con los siguientes comandos:

`\theoremstyle{estilo}` permite escoger el estilo de los entornos creados con `\newtheorem`.

`\swapnumbers` produce numeración a izquierda en los entornos creados con `\newtheorem` (Por ejemplo, **3.1 Teorema** en vez de **Teorema 3.1**).

`\newtheorem*` “versión estrella” de `\newtheorem` para estructuras no numeradas.

- ☞ Los comandos de **amsthm** se deben escribir, preferiblemente, en el preámbulo del documento para facilitar correcciones y modificaciones.





4.32.3 El entorno `proof` del paquete `amsthm`

```
\begin{proof}[rótulo]
.....
\end{proof}
```

produce el *rótulo* (en itálicas) al principio de una demostración, y el símbolo \square al final. Si se omite el *rótulo*, L^AT_EX imprime ‘*Proof.*’, o ‘*Demostración.*’ si se usa `babel` (`spanish`).

`\qedsymbol` controla el símbolo para destacar el final de una demostración.

Por defecto es ‘ \square ’ (`\square`), pero se puede re-definir con `\renewcommand`.

`\qedhere` se usa para colocar el símbolo de fin de demostración en despliegues.

- ☞ La instrucción `\qedhere` solamente está disponible en la versión 2.0 (y posteriores) de los paquetes `amsmath` y `amsthm`.

4.33 Diagramas conmutativos con **amscd**

El paquete **amscd** permite construir diagramas conmutativos con flechas horizontales y verticales *únicamente*. Para diagramas más complejos se pueden usar el paquete **pb-diagram**, o paquetes gráficos como **PSTricks** o **PICTEX**.

Se carga el paquete por medio de `\usepackage{amscd}`. Para usar **amscd** conjuntamente con la opción **spanish** de **babel**, hay que escribir la instrucción `\deactivatequoting` (ya sea en el **preámbulo** del documento o después de `\begin{document}`).

```
\begin{CD}
.....
\end{CD}
```

es el entorno para diagramas conmutativos del paquete **amscd**. Sólo se puede usar en **modo matemático**.

- ☞ Los nodos o vértices del diagrama se escriben como fórmulas matemáticas, y los renglones o niveles se separan con `\\"`.
- ☞ Las flechas se trazan con los **comandos para flechas**.
- ☞ Una etiqueta en la parte superior de una flecha horizontal se escribe entre el primero y el segundo de los símbolos `<` ó `>`. Para que la etiqueta aparezca



debajo de la flecha, se escribe entre el segundo y el tercero de los símbolos < ó >.

- ☞ Análogamente, una etiqueta a la izquierda de una flecha vertical se escribe entre el primero y el segundo de los símbolos A ó V. Para que la etiqueta aparezca a la derecha de la flecha, se escribe entre el segundo y el tercero de los símbolos A ó V.

4.34 Diagramas conmutativos con pb-diagram

Se accede al paquete pb-diagram  por medio de `\usepackage{pb-diagram}`. Para los detalles de instalación de paquetes, véase el Apéndice C del libro.

```
\begin{diagram}
nodo flecha flecha nodo ... \\
nodo flecha flecha nodo ... \\
.....
nodo flecha flecha nodo ... \\
\end{diagram}
```

es el entorno para diagramas conmutativos del paquete pb-diagram. Sólo se puede usar en modo matemático.

- ☞ Los nodos forman una grilla y se pueden unir entre sí por cero, una, dos o más flechas. La grilla es diseñada automáticamente por pb-diagram.
- ☞ Cada **nodo** ocupa un punto de la grilla y cada **flecha** que se escriba después (pero antes del siguiente nodo) lo conectará con uno de los otros nodos.
- ☞ Los nodos de la grilla que hayan de quedar vacíos en el diagrama final simplemente no se escriben.



Nodos

`\node[k]{fórmula}` crea un nodo con la expresión matemática *fórmula*. El argumento opcional *[k]* indica a cuántas columnas de distancia se coloca el nodo, con respecto al nodo anterior. Por defecto, *k* = 1.

Flechas

`\arrow[extensión]{dirección ,opciones}` produce **flechas sin etiquetas**.

`\arrow[extensión]{dirección ,E ,opciones}{etiqueta}` produce **flechas con una etiqueta**.

`\arrow[extensión]{dirección ,E ,opciones}{etiqueta1}{etiqueta2}` produce flechas con dos etiquetas: *etiqueta1* y *etiqueta2*.

- ☞ El parámetro opcional *extensión* de `\arrow` es un entero ≥ 2 e indica por cuántas columnas o cuántas filas se extiende la flecha. 
- ☞ En el comando `\arrow` no debe haber espacios en blanco entre los parámetros *dirección*, *E* y *opciones*.



El parámetro `\dgARROWLENGTH` controla la longitud de las flechas, y se puede modificar antes de `\begin{diagram}`. Detalles: páginas 162–163 del libro.

4.35 Los estilos **amsart** y **amsbook**

La *American Mathematical Society* ha diseñado dos estilos nuevos, **amsart** y **amsbook**, que son modificaciones de los estilos **article** y **book**, respectivamente. Se accede a ellos por medio de \documentclass. El lector encontrará información más completa sobre estos estilos en las páginas 164–166 del libro.



- ☞ En la **tabla** se bosqueja la estructura de un documento escrito con el estilo **amsart**.
- ☞ Los estilos **amsart** y **amsbook** están concebidos para documentos escritos en inglés. Incluso con el paquete **babel**, expresiones pre-definidas, como *Key words and phrases*, *Date*, *Current address*, etc, se obtienen en inglés.
- ☞ La gama de los tamaños de letra en los estilos **amsart** y **amsbook** es la siguiente (compárense con los **comandos de L^AT_EX estándar**):

```
\Tiny  \tiny  \SMALL  \Small  \small  
          \normalsize  
\large  \Large  \LARGE  \huge  \Huge
```

\sin	sin	\sinh	sinh	\arcsin	arcsin	\exp	exp
\cos	cos	\cosh	cosh	\arccos	arccos	\dim	dim
\tan	tan	\tanh	tanh	\arctan	arctan	\arg	arg
\cot	cot	\coth	coth	\log	log	\hom	hom
\sec	sec			\ln	ln	\deg	deg
\csc	csc			\lg	lg	\ker	ker

Funciones y operadores básicos.



TABLA 4.1

Instrucción	Tamaño obtenido	
	Texto	Despliegue
\smallint	\int	\int
\int	\int	\int
\iint	\iint	\iint
\iiint	\iiint	\iiint
\iiiint	\iiiint	\iiiint
\oint	\oint	\oint
\idotsint	$\int \cdots \int$	$\int \cdots \int$

Comandos para integrales.



TABLA 4.2

Instrucción	Tamaño obtenido		Instrucción	Tamaño obtenido	
	Texto	Despliegue		Texto	Despliegue
\sum	Σ	\sum	\biguplus	\biguplus	\biguplus
\prod	Π	\prod	\bigodot	\bigodot	\bigodot
\coprod	\amalg	\coprod	\bigoplus	\bigoplus	\bigoplus
\bigcup	\bigcup	\bigcup	\bigotimes	\bigotimes	\bigotimes
\bigcap	\bigcap	\bigcap	\bigvee	\bigvee	\bigvee
\bigsqcup	\bigsqcup	\bigsqcup	\bigwedge	\bigwedge	\bigwedge

Operadores grandes.



TABLA 4.3

\Pr	Pr	\sup	sup	\projlim 	proj lim
\gcd	gcd	\inf	inf	\injlim 	inj lim
\det	det	\lim	lim	\varlimsup 	$\overline{\lim}$
\min	min	\limsup	lim sup	\varliminf 	$\underline{\lim}$
\max	max	\liminf	lim inf	\varinjlim 	\lim_{\rightarrow}
				\varprojlim 	\lim_{\leftarrow}

Operadores con límites inferiores.

☞ Véanse los operadores en español

obtenidos con el paquete **babel (spanish)**.



TABLA 4.4

Tamaño normal	()	[]	{ }	$\langle \rangle$					[]] [
<code>\bigl</code> <code>\bigr</code>	()	[]	{ }	$\langle \rangle$					[]] [
<code>\Bigl</code> <code>\Bigr</code>	()	[]	{ }	$\langle \rangle$					[]] [
<code>\biggl</code> <code>\biggr</code>	()	[]	{ }	$\langle \rangle$					[]] [
<code>\Biggl</code> <code>\Biggr</code>	()	[]	{ }	$\langle \rangle$					[]] [

Modificadores de tamaño para **símbolos de agrupación**.

☞ Estos comandos se pueden usar también con las **flechas**
 $\uparrow, \downarrow, \updownarrow, \upleftarrow, \uprightarrow$ y \Downarrow .



TABLA 4.5

Instrucción	Tipo de letra obtenido
<code>\mathrm{abc...}</code>	abcdefghijklmnoprstuvwxyz
<code>\mathrm{ABC...}</code>	ABCDEFGHIJKLMNPQRSTUVWXYZ
<code>\mathit{abc...}</code>	<i>abcdefghijklmnoprstuvwxyz</i>
<code>\mathit{ABC...}</code>	<i>ABCDEFGHIJKLMNPQRSTUVWXYZ</i>
<code>\mathsf{abc...}</code>	abcdefghijklmnoprstuvwxyz
<code>\mathsf{ABC...}</code>	ABCDEFGHIJKLMNPQRSTUVWXYZ
<code>\mathtt{abc...}</code>	abcdefghijklmnoprstuvwxyz
<code>\mathtt{ABC...}</code>	ABCDEFGHIJKLMNPQRSTUVWXYZ
<code>\mathbf{abc...}</code>	abcdefghijklmnoprstuvwxyz
<code>\mathbf{ABC...}</code>	ABCDEFGHIJKLMNPQRSTUVWXYZ
<code>\mathcal{ABC...}</code>	 ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
<code>\mathfrak{abc...}</code>	 abcdefghijklmnoprstuvwxyz
<code>\mathfrak{ABC...}</code>	 ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
<code>\mathbb{ABC...}</code>	 ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
<code>\mathscr{ABC...}</code>	 ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

Comandos para tipos de letra en modo matemático.



TABLA 4.6

<code>\documentclass{amsart}</code>	
<code>\title[...]{...}</code>	El argumento opcional se usa para los encabezados. 
<code>\author[...]{...}</code>	El argumento opcional se usa para los encabezados. 
<code>\address{...}</code>	Aparece al final del documento. Opcional.
<code>\curraddr{...}</code>	Aparece al final del documento. Opcional.
<code>\email{...}</code>	Aparece al final del documento. Opcional. 
<code>\urladdr{...}</code>	Dirección URL, o página Web. Aparece al final del documento. Opcional. 
<code>\dedicator{...}</code>	Aparece debajo de los autores, en letra cursiva (italica). 
<code>\date{...}</code>	Opcional.
<code>\thanks{...}</code>	Aparece en la parte inferior de la primera página. Opcional.
<code>\translator{...}</code>	Agradecimientos. Aparece en la parte inferior de la primera página. Se pueden usar varios <code>\thanks</code> . Opcional.
<code>\keywords{...}</code>	Traductor. Aparece al final del documento. Opcional.
<code>\subjclass[2000]{...}</code>	Términos o palabras clave. Aparece en la parte inferior de la primera página. Opcional.
<code>\begin{document}</code>	Clasificación AMS. 
<code>\begin{abstract}</code>	Aparece en la parte inferior de la primera página. Opcional.
.....	
<code>\end{abstract}</code>	
<code>\maketitle</code>	Se debe escribir antes de <code>\maketitle</code> .
.....	
<code>\end{document}</code>	

Estructura de un documento escrito con el estilo **amsart**.

Rodrigo De Castro Korgi



TABLA 4.7

Federico García De Castro

Relaciones binarias básicas					
\leq	<code>\leq</code> ó <code>\le</code>	\geq	<code>\geq</code> ó <code>\ge</code>	\equiv	<code>\equiv</code>
\ll	<code>\ll</code>	\gg	<code>\gg</code>	\doteq	<code>\doteq</code>
\prec	<code>\prec</code>	\succ	<code>\succ</code>	\sim	<code>\sim</code>
\preceq	<code>\preceq</code>	\succeq	<code>\succeq</code>	\simeq	<code>\simeq</code>
\subset	<code>\subset</code>	\supset	<code>\supset</code>	\approx	<code>\approx</code>
\subseteq	<code>\subseteq</code>	\supseteq	<code>\supseteq</code>	\cong	<code>\cong</code>
\sqsubset	<code>\sqsubset</code>	\sqsupset	<code>\sqsupset</code>	\bowtie	<code>\bowtie</code>
\in	<code>\in</code>	\ni	<code>\ni</code>	\propto	<code>\propto</code>
\vdash	<code>\vdash</code>	\dashv	<code>\dashv</code>	\models	<code>\models</code>
\mid	<code>\mid</code>	\parallel	<code>\parallel</code>	\perp	<code>\perp</code>
\smile	<code>\smile</code>	\frown	<code>\frown</code>	\asymp	<code>\asymp</code>

▼ *Más relaciones
binarias*

Otras galerías ➔

Operadores binarios básicos		
· \cdotdot	< \triangleleft	> \triangleright
× \times	\setminus	★ \star
∪ \cup	∩ \cap	* \ast
□ \sqcup	□ \sqcap	○ \circ
∨ \vee	∧ \wedge	● \bullet
⊕ \oplus	⊖ \ominus	◇ \diamond
⊙ \odot	⊘ \oslash	⊕ \uplus
⊗ \otimes	○ \bigcirc	II \amalg
△ \bigtriangleup	▽ \bigtriangledown	? \wr
† \dagger	‡ \ddagger	÷ \div

▼ *Más operadores
binarios*

Otras galerías ➔

Operadores binarios del paquete **amssymb**

$\dot{+}$	<code>\dotplus</code>	\cdot	<code>\centerdot</code>
\ltimes	<code>\ltimes</code>	\rtimes	<code>\rtimes</code>
\Cup	<code>\Cup</code>	\Cap	<code>\Cap</code>
\veebar	<code>\veebar</code>	\barwedge	<code>\barwedge</code>
\boxplus	<code>\boxplus</code>	\boxminus	<code>\boxminus</code>
\boxtimes	<code>\boxtimes</code>	\boxdot	<code>\boxdot</code>
\curlyvee	<code>\curlyvee</code>	\curlywedge	<code>\curlywedge</code>
\intercal	<code>\intercal</code>	\divideontimes	<code>\divideontimes</code>
\smallsetminus	<code>\smallsetminus</code>	\barwedge	<code>\barwedge</code>
\circledash	<code>\circledash</code>	\circledcirc	<code>\circledcirc</code>
\leftthreetimes	<code>\leftthreetimes</code>	\circledast	<code>\circledast</code>
\rightthreetimes	<code>\rightthreetimes</code>		

 *Más operadores
binarios*

Otras galerías ➔

Relaciones y operadores binarios del paquete **latexsym**

\sqsubset \sqsubset	\sqsupset \sqsupset	\Join \Join
\lhd \lhd	\rhd \rhd	\Box \Box
\unlhd \unlhd	\unrhd \unrhd	\Diamond \Diamond

▼ *Más relaciones binarias*

Otras galerías ➔

Esquinas

\ulcorner \ulcorner	\urcorner \urcorner
\llcorner \llcorner	\lrcorner \lrcorner

▼ *Símbolos misceláneos*

Flechas	
← \gets	⟵ \longleftarrow
→ \to	⟶ \longrightarrow
↔ \leftrightarrow	⟷ \longleftrightarrow
↑ \uparrow	↓ \downarrow
~~ \leadsto 	↕ \updownarrow
⇐ \Leftarrow	⇒ \Longleftarrow
⇒ \Rightarrow	⇒ \Longrightarrow
\Leftrightarrow \Leftrightarrow	⟺ \Longleftrightarrow ó \iff
↑↑ \Uparrow	↓↓ \Downarrow
→→ \mapsto	→→ \longmapsto
↔\hookleftarrow	↪ \hookrightarrow
↗ \nearrow	↘ \searrow
↖ \swarrow	↗ \nwarrow
↖ \leftharpoonup	↗ \rightharpoonup
↖ \leftharpoonondown	↗ \rightharpoonondown
↔\rightleftharpoons	↕ \Updownarrow

▼ *Más flechas*

Otras galerías ➔

Flechas del paquete <i>amssymb</i>	
\upharpoonleft	\upharpoonright
\downharpoonleft	\downharpoonright
\dashleftarrow	\dashrightarrow
\leftarrowtail	\rightarrowtail
\leftleftarrows	\rightrightarrows
\leftrightarrows	\rightleftarrows
\upuparrows	\downdownarrows
\Lleftarrow	\Rrightarrow
\twoheadleftarrow	\twoheadrightarrow
\leftrightsquigarrow	\rightsquigarrow
\multimap	

◀ *Flechas negadas*

Otras galerías ➔

Relaciones binarias del paquete **amssymb**

\lessdot \lessdot	\gtrdot \grtdot	\leqslant \leqslant	\geqslant \geqslant	\doteqdot \doteqdot
\risingdotseq \risingdotseq	\fallingdotseq \fallingdotseq	\eqslantless \eqslantless	\eqslantgtr \eqslantgtr	\eqcirc \eqcirc
\leqq \leqq	\geqq \geqq	\lll \lll	\ggg \ggg	\circeq \circeq
\lessim \lessim	\gtrsim \gtrsim	\lessapprox \lessapprox	\gtrapprox \gtrapprox	\triangleq \triangleq
\lessgtr \lessgtr	\gtrless \gtrless	\lesseqgtr \lesseqgtr	\gtreqless \gtreqless	\bumpeq \bumpeq
\preccurlyeq \preccurlyeq	\succcurlyeq \succcurlyeq	\lesseqqgtr \lesseqqgtr	\gtreqqless \gtreqqless	\Bumpeq \Bumpeq
\curlyeqprec \curlyeqprec	\curlyeqsucc \curlyeqsucc	\backsim \backsim	\backsimeq \backsimeq	\thicksim \thicksim
\precsim \precsim	\succsim \succsim	\precapprox \precapprox	\succapprox \succapprox	\thickapprox \thickapprox
\subsetneqq \subsetneqq	\supsetneqq \supsetneqq	\Subset \Subset	\Supset \Supset	\approxeq \approxeq
\subseteqq \subseteqq	\supseteqq \supseteqq	\backepsilon \backepsilon	\pitchfork \pitchfork	\varpropto \varpropto
\sqsubset \sqsubset	\sqsupset \sqsupset	\shortmid \shortmid	\shortparallel \shortparallel	\between \between
\vDash \vDash	\Vdash \Vdash	\Vvdash \Vvdash	\smallsmile \smallsmile	\smallfrown \smallfrown
\vartriangleleft \vartriangleleft			\vartriangleright \vartriangleright	
\trianglelefteq \trianglelefteq			\trianglerighteq \trianglerighteq	
\blacktriangleleft \blacktriangleleft			\blacktriangleright \blacktriangleright	

▼ Relaciones negadas

Otras galerías ➔

Relaciones y flechas negadas del paquete **amssymb**

$\not\prec$ \nless	$\not\ngtr$ \ngtr	$\not\leq$ \lneq	$\not\geq$ \gneq	$\not\subseteq$ \varsubsetneqq
$\not\leqslant$ \nleq	$\not\geqslant$ \ngeq	$\not\leqslant$ \lneqslant	$\not\geqslant$ \gneqslant	$\not\supseteq$ \varsupsetneqq
$\not\leq\!\!\!>$ \lneqq	$\not\geq\!\!\!<$ \gneqq	$\not\leq\!\!\!>$ \lvertneqq	$\not\geq\!\!\!<$ \gvertneqq	$\not\subseteq\!\!\!>$ \nsubsetneqq
$\not\leq\!\!\!<$ \nleqq	$\not\geq\!\!\!>$ \ngeqq	$\not\sim$ \lnsim	$\not\approx$ \gnsim	$\not\supseteq\!\!\!<$ \nsupseteqqq
$\not\approx$ \lnapprox	$\not\approx$ \gnapprox	$\not\prec$ \nprec	$\not\succ$ \nsucc	$\not\mid$ \nmid
$\not\preceq$ \npreceq	$\not\preceq$ \nsucceq	$\not\preceq$ \precneqq	$\not\preceq$ \succneqq	$\not\parallel$ \nparallel
$\not\sim$ \precnsim	$\not\sim$ \succnsim	$\not\approx$ \precnapprox	$\not\approx$ \succcnapprox	$\not\mid$ \nshortmid
$\not\subset$ \subsetneq	$\not\supset$ \supsetneq	$\not\subseteq$ \varsubsetneq	$\not\supset$ \varsupsetneq	$\not\parallel$ \nshortparallel
$\not\subset\!\!\!>$ \nsubseteq	$\not\supset\!\!\!<$ \nsupseteq	$\not\subset$ \subsetneqq	$\not\supset$ \supsetneqq	$\not\sim$ \nsim
$\not\vdash$ \nvdash	$\not\vdash$ \nvDash	$\not\vdash$ \nVdash	$\not\vdash$ \nVDash	$\not\cong$ \ncong
$\not\leftarrow$ \nleftarrow	$\not\rightarrow$ \nrightarrow	$\not\triangleleft$ \ntriangleleft	$\not\triangleright$ \ntriangleright	$\not\leftrightarrow$ \nleftrightarrow
$\not\Leftarrow$ \nLeftarrow	$\not\Rightarrow$ \nRightarrow	$\not\trianglelefteq$ \ntrianglelefteq	$\not\trianglerighteq$ \ntrianglerighteq	$\not\leftrightarrow$ \nLeftrightarrow
$\not\in$ \notin	$\not=$ \neq ó \ne			

Otras galerías ➔

☞ El comando `\not` permite negar símbolos arbitrarios. Ejemplo: `\not\in` produce $\not\in$.

Miscelánea de símbolos					
\hbar	<code>\hbar</code>	\imath	<code>\imath</code>	\jmath	<code>\jmath</code>
\Re	<code>\Re</code>	\Im	<code>\Im</code>	∂	<code>\partial</code>
\forall	<code>\forall</code>	\exists	<code>\exists</code>	\surd	<code>\surd</code>
$'$	<code>'</code>	\prime	<code>\prime</code>	\emptyset	<code>\emptyset</code>
∇	<code>\nabla</code>	\triangle	<code>\triangle</code>	\Box	<code>\Box</code>
\bot	<code>\bot</code>	\top	<code>\top</code>	\angle	<code>\angle</code>
\diamondsuit	<code>\diamondsuit</code>	\heartsuit	<code>\heartsuit</code>	\clubsuit	<code>\clubsuit</code>
\spadesuit	<code>\spadesuit</code>	\flat	<code>\flat</code>	\natural	<code>\natural</code>
\sharp	<code>\sharp</code>	\wp	<code>\wp</code>	\neg	<code>\neg</code> ó <code>\lnot</code>
∞	<code>\infty</code>	\Diamond	<code>\Diamond</code>	ℓ	<code>\ell</code>
\int	<code>\smallint</code>	\mho		\And	
\pm	<code>\pm</code>	\mp	<code>\mp</code>		

▼ *Más símbolos
misceláneos*

Otras galerías ➔

Miscelánea de símbolos del paquete **amssymb**

\eth \eth	\hbar \hslash	\mathbb{k} \Bbbk
\nexists \nexists	\blacksquare \blacksquare	\circledS \circledS
\square \square	\measuredangle \measuredangle	\complement \complement
\lozenge \lozenge	\varnothing \varnothing	\Game \Game
\triangledown \triangledown	\blacklozenge \blacklozenge	\bigstar \bigstar
\vartriangle \vartriangle	\diagup \diagup	\sphericalangle \sphericalangle
\Finv \Finv	\diagdown \diagdown	\backprime \backprime
\checkmark \checkmark	\maltese \maltese	\yen \yen
\blacktriangle \blacktriangle	\blacktriangledown \blacktriangledown	

Otras galerías ➔

Letras griegas minúsculas					
α	<code>\alpha</code>	μ	<code>\mu</code>	ς	<code>\varsigma</code>
β	<code>\beta</code>	ν	<code>\nu</code>	λ	<code>\lambda</code>
γ	<code>\gamma</code>	ψ	<code>\psi</code>	τ	<code>\tau</code>
δ	<code>\delta</code>	ϕ	<code>\phi</code>	θ	<code>\theta</code>
ϵ	<code>\epsilon</code>	φ	<code>\varphi</code>	ϑ	<code>\vartheta</code>
ε	<code>\varepsilon</code>	π	<code>\pi</code>	υ	<code>\upsilon</code>
η	<code>\eta</code>	ϖ	<code>\varpi</code>	χ	<code>\chi</code>
ι	<code>\iota</code>	ρ	<code>\rho</code>	ξ	<code>\xi</code>
κ	<code>\kappa</code>	ϱ	<code>\varrho</code>	ζ	<code>\zeta</code>
\varkappa	<code>\varkappa</code> 	σ	<code>\sigma</code>	ω	<code>\omega</code>

▼ *Letras griegas
mayúsculas*

Otras galerías ➔

Letras griegas mayúsculas	
Δ \Delta	Δ \varDelta 
Λ \Lambda	Λ \varLambda 
Π \Pi	Π \varPi 
Ψ \Psi	Ψ \varPsi 
Φ \Phi	Φ \varPhi 
Σ \Sigma	Σ \varSigma 
Θ \Theta	Θ \varTheta 
Υ \Upsilon	Υ \varUpsilon 
Ξ \Xi	Ξ \varXi 
Ω \Omega	Ω \varOmega 
Γ \Gamma	F \digamma 
	Γ \varGamma 

 *Letras hebreas**Otras galerías* 

Letras hebreas



א \aleph	ב \beth
כ \daleth	ג \gimel

Otras galerías ➔

Comando	Acento	Ejemplo	
\acute{a}	'	\acute{a}	á
\grave{a}	`	\grave{a}	à
\hat{a}	^	\hat{a}	â
\check{a}	ˇ	\check{a}	ă
\tilde{a}	˜	\tilde{a}	ã
\bar{a}	ˉ	\bar{a}	ā
\vec{a}	→	\vec{a}	ā
\dot{a}	·	\dot{a}	ȧ
\ddot{a}	··	\ddot{a}	ä

 Acentos en modo matemático. El paquete **amsmath** tiene versiones propias de estos comandos, con letra inicial mayúscula, que se comportan mejor con los acentos dobles (más detalles en la página 109 del libro).

☞ Véase también: [comandos para “condecoraciones”](#).

Comando	Ejemplo
\widehat	\widehat{x}
	\widehat{xy}
	\widehat{xyz} 
\widetilde	\widetilde{x}
	\widetilde{xy}
	\widetilde{xyz} 
\underline	\underline{x+y+z}
	<u>x + y + z</u>
\overline	\overline{x+y+z}
\overrightarrow	\overrightarrow{AB}
	\overrightarrow{x+y+z}
\overleftarrow	\overleftarrow{x+y+z}
\underrightarrow 	\underrightarrow{x+y+z}
	<u>x + y + z</u> 
\underleftarrow 	\underleftarrow{x+y+z}
	<u>x + y + z</u> 
\overleftrightarrow 	\overleftrightarrow{x+y+z}
	<u>x + y + z</u> 
\underleftrightarrow 	\underleftrightarrow{x+y+z}
	<u>x + y + z</u> 

Comandos para “**condecoraciones**” que abarquen uno o más símbolos.

Operadores adicionales:

\sen	sen	\arcsen	arc sen
\tg	tg	\arctg	arc tg
\cotg	cotg	\senh	sen h
\cosec	cosec	\tgh	tg h

Operadores modificados:

\lim	lím	\max	máx
\liminf	lím inf	\min	mín
\limsup	lím sup		

Operadores en español obtenidos con el paquete **babel** (opción `spanish`).

☞ El comando `\unaccentedoperators` elimina por completo las tildes en los operadores.

```
{   \{           }   \}
<   \langle       >   \rangle
|   | ó \vert     ||  \| ó \Vert
[   \lfloor       ]  \rfloor
[   \lceil       ]  \rceil
```

Símbolos de agrupación.

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

$\$\\boldsymbol{ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ} \$$

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

$\$\\boldsymbol{\\mathsf{ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ}} \$$

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

$\$\\boldsymbol{\\mathcal{ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ}} \$$

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

$\$\\boldsymbol{\\mathscr{ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ}} \$$

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

$\$\\boldsymbol{\\mathfrak{ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ}} \$$

Efecto de **\boldsymbol** sobre algunos tipos de letra.

plain	Corresponde al estilo estándar de L ^A T _E X. Los rótulos aparecen en negrilla y el texto en letra cursiva (itálica). Es es estilo asumido por defecto.
definition	Los rótulos aparecen en negrilla pero el texto aparece en letra normal.
remark	Los rótulos aparecen en letra cursiva (itálica) y el texto aparece en letra normal.

Estilos para el comando \theoremsstyle.

@>>	Flecha horizontal que apunta hacia la derecha.
@<<<	Flecha horizontal que apunta hacia la izquierda.
@AAA	Flecha vertical que apunta hacia arriba.
@VVV	Flecha vertical que apunta hacia abajo.
@=	Doble linea horizontal (sin cabezas en los extremos).
@	Doble linea vertical (sin cabezas en los extremos).
@.	Flecha invisible.

Comandos para flechas del entorno **CD** del paquete **amscd**.

n	e	ne	se	nne	sse	ene	wnw
s	w	nw	sw	nnw	ssw	ese	wsw

Valores posibles del parámetro *dirección* del comando `\arrow` del paquete **pb-diagram**. n representa ‘norte’, s ‘sur’, e ‘este’ y w ‘oeste’.



- t *etiqueta* en la parte superior de la flecha.
 - b *etiqueta* en la parte inferior de la flecha.
 - l *etiqueta* a la izquierda de la flecha (únicamente para flechas verticales).
 - r *etiqueta* a la derecha de la flecha (únicamente para flechas verticales).
-
- tb *etiqueta1* en la parte superior y *etiqueta2* en la parte inferior de la flecha.
 - lr *etiqueta1* a la izquierda y *etiqueta2* a la derecha de la flecha (únicamente para flechas verticales).

Valores posibles del parámetro *E* del comando `\arrow` del paquete **pb-diagram**.

- .. Flecha punteada.
- ! Flecha invisible.
- Flecha sin cabeza ni cola.
- <> Flecha con cabeza en ambos extremos.
- 1 La etiqueta aparece a 1/4 de la distancia de la cola a la cabeza.
- 2  La etiqueta aparece a 2/4 de la distancia de la cola a la cabeza, es decir, en la mitad.
- 3 La etiqueta aparece a 3/4 de la distancia de la cola a la cabeza.

Opciones para el comando `\arrow` del paquete **pb-diagram**.

- ☞ Si se quiere mayor flexibilidad para la posición de las etiquetas que la obtenida con los parámetros 1, 2 y 3, se puede recurrir a la instrucción `\dgARROWPARTS=n` (véase la página 159 del libro).

Ejemplo

Subíndices y superíndices:

$\$e^y\$$	e^y	$\$A_a^b\$$	A_a^b
$\$x^{y^2}\$$	x^{y^2}	$\$A_b^a\$$	A_a^b
$\$x^{y_2}\$$	x^{y_2}	$\$F_i^*\$$	F_i^*
$\$x^{2y}\$$	x^{2y}	$\$(a+b)^n\$$	$(a+b)^n$
$\$xF_y\$$	xF_y	$\$(a+b)^{n+1}\$$	$(a+b)^{n+1}$

Ejemplo

Los comandos del paquete **amsmath** para puntos suspensivos:

$\$A_1, A_2, A_3, \dots \$$	A_1, A_2, A_3, \dots
$\$A_1+A_2+A_3+\dots \$$	$A_1 + A_2 + A_3 + \dots$
$\$A_1A_2A_3\dots \$$	$A_1A_2A_3 \dots$

Ejemplo Fracciones:

$\$\\frac{a}{b} \$$	$\frac{a}{b}$	(tamaño texto)
$\backslash [~\\frac{a}{b}~\\]$	$\frac{a}{b}$	(tamaño de despliegue)
$\$\\tfrac{1}{1+x^2} \$$	$\frac{1}{1+x^2}$	(tamaño texto)
$\$\\dfrac{1}{1+x^2} \$$	$\frac{1}{1+x^2}$	(tamaño de despliegue)
$\$\\dfrac{\\frac{x}{2}+\\frac{y}{2}}{1+\\frac{x}{y}} \$$	$\frac{\frac{x}{2} + \frac{y}{2}}{1 + \frac{x}{y}}$	
$\$\\dfrac{x/2+y/2}{1+x/y} \$$		$\frac{x/2 + y/2}{1 + x/y}$

**Ejemplo**

El uso de `\cfrac`:

$$\cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{2 + \cdots}}}$$

```
\[  
    \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{2 + \cfrac{1}{2 + \cdots}}}  
\]
```

Si usamos `\frac` en lugar de `\cfrac` obtenemos lo siguiente:

$$\frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \cdots}}}$$

Ejemplo Coeficientes binomiales:

$$\$\\binom{n}{k}\$$$

$$\$\\dbinom{m}{i+j}\$$$

$$\backslash [\ \\binom{n+1}{k} = \\binom{n}{k-1} \\ + \\binom{n}{k} \\]$$

$${n \choose k}$$

$${m \choose i+j}$$

$${n+1 \choose k} = {n \choose k-1} + {n \choose k}$$

Ejemplo El uso de `\sqrt`:

$$\$\\sqrt[\\beta]{\\beta}\$$$

$$\sqrt[\beta]{R}$$

$$\$\\sqrt{a+5}\$$$

$$\sqrt{a+5}$$

$$\$\\sqrt[n]{1+\\sqrt{1+x}}\$$$

$$\sqrt[n]{1+\sqrt{1+x}}$$

$$\$\\sqrt[3]{\\frac{x}{x+1}}\$$$

$$\sqrt[3]{\frac{x}{x+1}}$$

$$\backslash [\ \\sqrt{\\frac{1}{2}+\\frac{1}{2}\\sqrt{\\frac{1}{2}+\\frac{1}{2}\\sqrt{\\frac{1}{2}}}}$$

$$\sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{2}}}}$$

**Ejemplo**

Como se puede apreciar en $\sqrt[3]{R}$, la colocación del índice no es siempre satisfactoria. Con las siguientes instrucciones se puede ajustar el índice:

$$\$\\sqrt[\\leftroot{-1}\\uproot{2}\\beta]{R} \$ \quad \sqrt[3]{R}$$

Ejemplo

El uso de `\smash`. Compárese:

$$\sqrt{x} + \sqrt{y} + \sqrt{z} \quad \$\\sqrt{x}+\\sqrt{y}+\\sqrt{z} \$$$

$$\sqrt{x} + \sqrt{y} + \sqrt{z} \quad \$\\sqrt{x}+\\sqrt{\\smash[b]{y}}+\\sqrt{z} \$$$

Ejemplo

El uso correcto de funciones y operadores:

$\$cos\backslash alpha+cos\backslash beta$$	$cos\alpha + cos\beta$	x
$\$\\cos\backslash alpha+\\cos\backslash beta$$	$cos \alpha + cos \beta$	✓
$\$1+2log~a$$	$1 + 2loga$	x
$\$1+2\\log~a$$	$1 + 2 \log a$	✓
$\$-x~exp(x+y)$$	$-xexp(x + y)$	x
$\$-x\\exp(x+y)$$	$-x \exp(x + y)$	✓
$\$m~dim_F~V=n$$	$m dim_F V = n$	x
$\$m\\dim_F~V=n$$	$m \dim_F V = n$	✓
$\$V^*\backslash simeq~hom(V,F)$$	$V^* \simeq hom(V, F)$	x
$\$V^*\backslash simeq~\\hom(V,F)$$	$V^* \simeq hom(V, F)$	✓

Ejemplo El uso de `\text`:

$$0 < a_n < \frac{1}{n} \quad \text{para todo número natural } n \geq 1.$$

```
\[
 0 < a_n < \frac{1}{n} \quad \text{para todo número natural } n \geq 1.
\]
```

Ejemplo Sea f la función

$$f(x) = 1 + \log x + \gamma \quad (\gamma \text{ es la constante de Euler})$$

definida en el semi-eje real positivo.

Sea `f` la función

```
\[
 f(x)=1+\log x+\gamma \quad (\gamma \text{ es la constante de Euler})
\]
```

definida en el semi-eje real positivo.

Ejemplo

Sumas:

$$\$ \backslash sum_{n=1}^{\infty} a_n \$$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n \quad (\text{tamaño texto})$$

$$\backslash [\backslash sum_{n=1}^{\infty} a_n \backslash]$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n \quad (\text{tamaño de despliegue})$$

$$\$ \backslash sum_{n=1}^{\infty} a_n \$$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n \quad (\text{tamaño texto})$$

$$\$ \backslash sum\limits_{n=1}^{\infty} a_n \$$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n \quad (\text{tamaño texto})$$

$$\backslash [\backslash sum_{n=1}^{\infty} a_n \backslash]$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n \quad (\text{tamaño de despliegue})$$

$$\backslash [\backslash sum\nolimits_{n=1}^{\infty} a_n \backslash]$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n \quad (\text{tamaño de despliegue})$$



Ejemplo El uso de `\substack`:

```
\[
\sum_{\substack{0 < j < m \\ 1 < i \leq n}} A_{ij}
\]
```

$$\sum_{\substack{0 < j < m \\ 1 < i \leq n}} A_{ij}$$

```
\[
\sum_{\substack{j=k \\ i=k-1}}^{n,m} c_i \alpha_j
\]
```

$$\sum_{\substack{j=k \\ i=k-1}}^{n,m} c_i \alpha_j$$

Ejemplo El uso del entorno `subarray`. Compárese con el ejemplo anterior:

$$\sum_{\substack{j=k \\ i=k-1}}^{n,m} c_j \alpha_i$$

```
\[
\sum_{\begin{subarray}{l} j=k \\ i=k-1 \end{subarray}}^{n,m} c_j \alpha_i
\]
```



**Ejemplo**El uso de `\sideset`:
$$\backslash[\sideset{}{^{\prime}}{\sum} a_n]$$

$$\sum' a_n$$

$$\backslash[\sideset{{}_*}{_*}{\sum}]$$

$$\sum_*^*$$

$$\backslash[\sideset{}{^{\prime}}{\sum_{n=1}^{\infty}}]$$

$$\sum_{n=1}^{\infty}'$$

Ejemplo

El uso de integrales:

$$\$ \backslash smallint_a^b f \$ \qquad \int_a^b f$$

$$\$ \backslash int_a^b f \$ \qquad \int_a^b f$$

$$\backslash [\backslash int_a^b f \backslash] \qquad \int_a^b f$$

$$\$ \backslash int_{[a,b]} f \$ \qquad \int_{[a,b]} f$$

$$\backslash [\backslash int_{[a,b]} f \backslash] \qquad \int_{[a,b]} f$$

**Ejemplo**

Compárese la colocación de los límites con o sin el uso del modificador `\limits`:

```
\int_0^1 \sqrt{t}(1+t^2)dt
```

$$\int_0^1 \sqrt{t}(1+t^2)dt$$

```
\int\limits_0^1 \sqrt{t}(1+t^2)dt
```

$$\int_0^1 \sqrt{t}(1+t^2)dt$$

```
\oint_{(0,0)}^{(1,1)} f \cdot d\alpha
```

$$\oint_{(0,0)}^{(1,1)} f \cdot d\alpha$$

```
\oint\limits_{(0,0)}^{(1,1)} f \cdot d\alpha
```

$$\oint_{(0,0)}^{(1,1)} f \cdot d\alpha$$

```
\iiint_D(R) F
```

$$\iiint_{D(R)} F$$

```
\iiint\limits_{D(R)} F
```

$$\iiint_{D(R)} F$$

```
\idotsint_S P(\beta) dS
```

$$\int \cdots \int_S P(\beta) dS$$

```
\idotsint\limits_S P(\beta) dS
```

$$\int_S \cdots \int P(\beta) dS$$

Ejemplo

El uso de operadores grandes:

$$\$ \backslash prod_i \backslash in \ I \ X_i \$$$

$$\prod_{i \in I} X_i$$

$$\backslash [\ \backslash {prod}_{i \backslash in \ I} \ X_i \ \backslash]$$

$$\prod_{i \in I} X_i$$

$$\backslash [\ \backslash coprod_{i=1}^n A_i \ \backslash]$$

$$\coprod_{i=1}^n A_i$$

$$\$ \backslash bigcup_{i=1}^\infty A_i \$$$

$$\bigcup_{i=1}^\infty A_i$$

$$\backslash [\ \backslash bigcup_{i=1}^\infty A_i \ \backslash]$$

$$\bigcup_{i=1}^\infty A_i$$

$$\backslash [\ \backslash bigvee_{k=1}^{n+1} P_k \ \backslash]$$

$$\bigvee_{k=1}^{n+1} P_k$$

$$\$ \backslash bigotimes_{i=0}^m V_i \$$$

$$\bigotimes_{i=0}^m V_i$$



Ejemplo Operadores con modificadores para los límites:

`$\bigcup_{n=1}^{\infty} a_n$`

$$\bigcup_{n=1}^{\infty} a_n$$

`$\bigcup\limits_{n=1}^{\infty} a_n$`

$$\bigcup_{n=1}^{\infty} a_n$$

`\[\bigwedge_{\substack{j=2i \\ i>0}} X_{ij} \]`

$$\bigwedge_{\substack{j=2i \\ i>0}} X_{ij}$$

Ejemplo El uso de \boxed{ }:

$$\log xy = \log x + \log y$$

```
\[  
 \boxed{\log xy=\log x+\log y}  
\]
```

Ejemplo

Las diferenciales lucen mejor si se separan con **micro-espacios**. Compárese:

$\int_a^b f(x) dx$	$\int_a^b f(x) \, dx$
$\int_a^b f(x) \, dx$	$\int_a^b f(x) \, dx$
$\iint f(x,y) \, dx \, dy$	$\iint f(x,y) dx \, dy$
$\iint f(x,y) \, dx \, dy$	$\iint f(x,y) dx \, dy$

Ejemplo

Podemos añadir **micro-espacios** después de raíces y factoriales, y al usar algunos **acentos** como flechas y barras. Cuando se usa el símbolo / para fracciones, la expresión frecuentemente luce mejor introduciendo **micro-espacios** negativos. Compárese:

Entrada	Salida
<code>\sqrt{2}x</code>	$\sqrt{2}x$
<code>\sqrt{2}\, ,x</code>	$\sqrt{2} \, x$
<code>2! 15!</code>	$2! 15!$
<code>2!\, ,15!</code>	$2! \, 15!$
<code>n! (n+1)!</code>	$n!(n + 1)!$
<code>n!\, ,(n+1)!</code>	$n! \, (n + 1)!$

Entrada	Salida
<code>f(\vec{x})</code>	$f(\vec{x})$
<code>f(\vec{x})\, ,</code>	$f(\vec{x})$
<code>x/\log x</code>	$x/\log x$
<code>x/\!\log x</code>	$x/\log x$
<code>\overrightarrow{AB}</code>	\overrightarrow{AB}
<code>\overrightarrow{AB\, ;}</code>	\overrightarrow{AB}

Ejemplo

El uso de operadores con límites inferiores:

$$\$ \max_{x \in [a,b]} |g(x)| \$ \quad \max_{x \in [a,b]} |g(x)|$$

$$\backslash[\max_{x \in [a,b]} |g(x)| \backslash] \quad \max_{x \in [a,b]} |g(x)|$$

$$\$ \max\limits_{x \in [a,b]} |g(x)| \$ \quad \max_{x \in [a,b]} |g(x)|$$

$$\$ \inf\limits_{p \notin P} L(f,p) \$ \quad \inf_{p \notin P} L(f,p)$$

$$\$ \limsup_{n \rightarrow \infty} a_n \$ \quad \limsup_{n \rightarrow \infty} a_n$$

$$\backslash[\limsup_{n \rightarrow \infty} a_n \backslash] \quad \limsup_{n \rightarrow \infty} a_n$$

$$\$ \varlimsup_{n \rightarrow \infty} a_n \$ \quad \overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} a_n$$

$$\backslash[\varliminf_{n \rightarrow \infty} a_n \backslash] \quad \underline{\lim}_{n \rightarrow \infty} a_n$$

**Ejemplo**

Definición de nuevos operadores:

Si no estamos usando los [operadores en español](#) del paquete `babel` (`spanish`), podemos “españolizar” la función seno definiendo `\sen` con la declaración

```
\DeclareMathOperator{\sen}{sen}
```

Esta definición nos permite escribir expresiones como

$$\$ \sen^2(x) + \cos^2(x) = 1 \$ \quad \text{sen}^2(x) + \cos^2(x) = 1$$

$$\$ \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sen x}{x} = 1 \$ \quad \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sen x}{x} = 1$$

Ejemplo

Vamos a definir el operador `\Max`, de tal manera que produzca la expresión ‘Máx’ y admita “límites” (como lo hace el comando estándar `\max`). Puesto que ni ‘a’ ni á se pueden usar en modo matemático, debemos utilizar el comando `\acute{a}` para obtener la a con tilde. La definición requerida es:

```
\DeclareMathOperator*{\Max}{M\acute{a}x}
```

con la cual podemos escribir expresiones como:

$$\$ \Max_{x \in [a,b]} |g(x)| \$ \quad \text{Máx}_{x \in [a,b]} |g(x)|$$

$$\$ [\ Max_{x \in [a,b]} |g(x)|] \$ \quad \text{Máx}_{x \in [a,b]} |g(x)|$$

Ejemplo Relaciones de congruencia:

$\$a \equiv b \pmod{n} \$$	$a \equiv b \pmod{n}$
$\$a \equiv b \pmod{n} \$$	$a \equiv b \pmod{n}$
$\$a \equiv b \pmod{n} \$$	$a \equiv b \pmod{n}$
$\$a \equiv b \pmod{n} \$$	$a \equiv b \pmod{n}$
$\$n \equiv m+1 \pmod{p^2-1} \$$	$n \equiv m+1 \pmod{p^2-1}$
$\$n \equiv m+1 \pmod{p^2-1} \$$	$n \equiv m+1 \pmod{p^2-1}$
$\$n \equiv m+1 \pmod{p^2-1} \$$	$n \equiv m+1 \pmod{p^2-1}$

$$a \equiv_{\ell} b \pmod{H} \quad \text{si y sólo si} \quad ab^{-1} \in H$$

```
\[
  a \equiv_{\ell} b \pmod{H} \quad \text{si y sólo si}
  \quad ab^{-1} \in H
]
```

Ejemplo El uso de `\left` y `\right`:

$$\begin{aligned} \left(\frac{a}{b}, \frac{c}{d} \right] & \\ \left\{ \frac{1}{1+a} : a \in A \right\} & \\ \left(\frac{1-n}{1+\frac{1}{n}} \right)^n & \\ \left. \frac{dy}{dx} \right|_{x=b} = b+1 & \end{aligned}$$

Ejemplo Los modificadores de tamaño. Compárese:

$$\begin{array}{ll} ||x - y| + |y - z|| & \$\left| |x-y| + |y-z| \right| \$ \\ ||x - y| + |y - z|| & \$\bigl| |x-y| + |y-z| \bigr| \$ \end{array}$$

Ejemplo Compárese:

$$\begin{array}{ll} \left(\frac{1-n}{1+\frac{1}{n}} \right)^n & \left[\left(\frac{1-n}{1+\frac{1}{n}} \right)^n \right] \\ \left(\frac{1-n}{1+\frac{1}{n}} \right)^n & \left[\biggl(\frac{1-n}{1+\frac{1}{n}} \biggr)^n \right] \end{array}$$

**Ejemplo**

Compárese:

$$\left| \left\langle \sum_i x_i \alpha_i, \beta \right\rangle^{1/2} \right|$$

```
\[\left|\left\langle \sum_i x_i \alpha_i, \beta \right\rangle^{1/2}\right|\]
```

$$\left| \left\langle \sum_i x_i \alpha_i, \beta \right\rangle^{1/2} \right|$$

```
\[\Biggl|\Biggl\langle \sum_i x_i \alpha_i, \beta \Biggr\rangle^{1/2}\Biggr|\]
```

Ejemplo

El uso de `\left` y `\right` también da lugar a resultados insatisfactorios al escribir en tamaño texto una expresión como $\left| \frac{a'}{b'} \right|$ (obtenida a partir de `$\left| \frac{a'}{b'} \right|$`). Las barras son excesivamente largas y alteran el espaciamiento del texto. En su lugar debemos usar el modificador `\big`, en la forma `$\bigl| \frac{a'}{b'} \bigr|$`, para así obtener $\left| \frac{a'}{b'} \right|$.

Ejemplo

El uso de `\overbrace` y `\underbrace`:

`$\overbrace{x+y+z}$`

$$\overbrace{x + y + z}$$

`$\underbrace{A \times \cdots \times A}_{n \text{ factores}} \rightarrow B$`

$$\underbrace{A \times \cdots \times A}_{n \text{ factores}} \rightarrow B$$

$$\underbrace{\underbrace{a + \cdots + a}_{n \text{ veces}} + 1 + \cdots + 1 + \underbrace{b + \cdots + b}_{m \text{ veces}}}_{k+n+m \text{ sumandos}}$$

```
\[ \underbrace{\overbrace{a+\dots+a}^n \text{veces} + 1 + \dots + 1 + \overbrace{b+\dots+b}^m \text{veces}}_{k+n+m \text{ sumandos}} \]
```

Ejemplo

El entorno **cases**:

$$f_n(x) = \begin{cases} -x^2 + n, & \text{si } x < 0 \text{ y } n \text{ es par,} \\ \alpha + x, & \text{si } x > 0, \\ x^2, & \text{en otros casos.} \end{cases}$$

```
\[ f_n(x)=
\begin{cases}
-x^{2}+n, & \text{\text{si }} x<0\$ \text{ y } \$n\$ \text{ es par}, \\
\alpha+x, & \text{\text{si }} x>0, \\
x^{2}, & \text{\text{en otros casos.}}
\end{cases}
\]
```

**Ejemplo**

$$\begin{cases} x \cdot \infty = \infty \cdot x = \infty, & 0 < x \leq \infty \\ x \cdot \infty = \infty \cdot x = -\infty, & -\infty \leq x < 0 \\ x \cdot (-\infty) = (-\infty) \cdot x = -\infty, & 0 < x \leq \infty \\ x \cdot (-\infty) = (-\infty) \cdot x = \infty, & -\infty \leq x < 0 \end{cases}$$

\[

```
\begin{cases}
x \cdot \infty = \infty \cdot x = \infty, & 0 < x \leq \infty \\
x \cdot \infty = \infty \cdot x = -\infty, & -\infty \leq x < 0 \\
x \cdot (-\infty) = (-\infty) \cdot x = -\infty, & 0 < x \leq \infty \\
x \cdot (-\infty) = (-\infty) \cdot x = \infty, & -\infty \leq x < 0
\end{cases}
```

Ejemplo

Matrices:

```
\begin{pmatrix}
1 & 2 \\
2 & -3
\end{pmatrix}
```

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & -3 \end{pmatrix}$$

```
\begin{pmatrix}
\lambda - 1 & 2 & -1 \\
2 & \lambda - 3 & 4 \\
1 & 0 & \lambda + 1
\end{pmatrix}
```

```
\begin{bmatrix}
0 & & & \\
1 & 0 & & \\
1 & -1 & 0 & \\
1 & 3 & -2 & 4
\end{bmatrix}
```

$$\begin{bmatrix} 0 & & & \\ 1 & 0 & & \\ 1 & -1 & 0 & \\ 1 & 3 & -2 & 4 \end{bmatrix}$$

```
\begin{bmatrix}
0 & i & -i & 1 \\
1 & 0 & i & -1 \\
i & -1 & 0 & -i
\end{bmatrix}
```

$$\begin{bmatrix} 0 & i & -i & 1 \\ 1 & 0 & i & -1 \\ i & -1 & 0 & -i \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix}$$

Ejemplo

El entorno `smallmatrix` permite insertar matrices pequeñas dentro de un párrafo normal, tal como $(\begin{smallmatrix} a & b \\ c & d \end{smallmatrix})$. Hay que especificar los paréntesis que la rodean. La matriz de este párrafo se obtuvo por medio de `$\bigl(\begin{smallmatrix} a&b\\c&d \end{smallmatrix}\bigr)$`.



Ejemplo El uso de \hdotsfor:

```
\begin{pmatrix}
a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\
a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\
\hdotsfor{4} \\
a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn}
\end{pmatrix}
```

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Ejemplo Aquí usamos la opción [2.5] en la fila de puntos para lograr una separación 2.5 veces mayor que la normal:

```
\begin{pmatrix}
a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\
a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\
\hdotsfor[2.5]{4} \\
a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn}
\end{pmatrix}
```

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \cdots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

Ejemplo

Matrices con el entorno `array`. La siguiente matriz tiene formato `{rcl}`, según el cual la primera columna se justifica a la derecha, la tercera a la izquierda y la segunda está centrada.

$$\left(\begin{array}{rcc} 0 & 0 & 0 \\ -0.1 & a & 0.1 \\ -0.01 & 1+a & 0.01 \\ -0.001 & 1+a+a^2 & 0.001 \\ -0.0001 & 1+a+a^2+a^3 & 0.0001 \end{array} \right)$$

```
\[
\left(
\begin{array}{rcc}
0 & 0 & 0 \\
-0.1 & a & 0.1 \\
-0.01 & 1+a & 0.01 \\
-0.001 & 1+a+a^2 & 0.001 \\
-0.0001 & 1+a+a^2+a^3 & 0.0001
\end{array}
\right)
]
```

Ejemplo El uso de diferentes tipos de letra en modo matemático:

1. $\mathbf{F}(x, y, z) = yz\mathbf{i} + xz\mathbf{j} + xy\mathbf{k}$.
2. $\mathfrak{A} \models \varphi[x], \quad x \in \mathsf{A}, \quad \varphi \in \mathcal{K}$.
3. $(\mathfrak{a}_n, \mathfrak{b}_n) \in \mathsf{X} \times \mathsf{Y}$ para $\mathfrak{a}, \mathfrak{b} \in \mathcal{A}$ y para todo $n \in \mathbb{N}$.

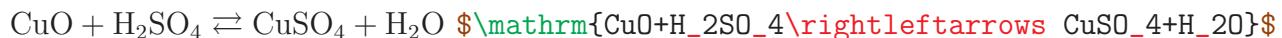
1. $\mathbf{F}(x, y, z) = yz\mathbf{i} + xz\mathbf{j} + xy\mathbf{k}$.
2. $\mathfrak{A} \models \varphi[x], \quad x \in \mathsf{A}, \quad \varphi \in \mathcal{K}$.
3. $(\mathfrak{a}_n, \mathfrak{b}_n) \in \mathsf{X} \times \mathsf{Y}$ para $\mathfrak{a}, \mathfrak{b} \in \mathcal{A}$ y para todo $n \in \mathbb{N}$.

Ejemplo Nótese que sólo las letras y los números se alteran:

$$\begin{array}{ll} F[x \cdot 2^y] = \alpha(e^x + y \log 2) & \$F[x \cdot 2^y] = \alpha(e^x + y \log 2) \$ \\ F[x \cdot 2^y] = \alpha(e^x + y \log 2) & \$\mathsf{F}[x \cdot 2^y] = \alpha(e^x + y \log 2) \$ \\ F[x \cdot 2^y] = \alpha(e^x + y \log 2) & \$\mathit{F}[x \cdot 2^y] = \alpha(e^x + y \log 2) \$ \end{array}$$

**Ejemplo**

Las elementos y compuestos químicos se escriben en letra romana (vertical); al escribir reacciones químicas en modo matemático es entonces útil recurrir a `\mathrm`:

**Ejemplo**

Comparación entre los comandos `\mathbf` y `\boldsymbol`:

$$\langle \mathbf{v}, \mathbf{w} \rangle = \mathbf{v} \cdot \mathbf{w}$$

$$\$\\langle \\mathbf{v}, \\mathbf{w} \\rangle = \\mathbf{v} \\cdot \\mathbf{w} \$$$

$$\langle \mathbf{v}, \mathbf{w} \rangle = \mathbf{v} \cdot \mathbf{w}$$

$$\$\\langle \\boldsymbol{v}, \\boldsymbol{w} \\rangle = \\boldsymbol{v} \\cdot \\boldsymbol{w} \$$$

$$\varphi'(x) = \mathbf{F}(\varphi(x))$$

$$\$\\mathbf{\\varphi}'(x) = \\mathbf{F}(\\mathbf{\\varphi}(x)) \$$$

$$\varphi'(x) = \mathbf{F}(\varphi(x))$$

$$\$\\boldsymbol{\\varphi}'(x) = \\boldsymbol{F}(\\boldsymbol{\\varphi}(x)) \$$$

$$F[x \cdot 2^y] = \alpha(e^x + y \log 2)$$

$$\$\\mathbf{F}[x \\cdot 2^y] = \\alpha(e^x + y \\log 2) \$$$

$$F[x \cdot 2^y] = \alpha(e^x + y \log 2)$$

$$\$\\boldsymbol{F}[x \\cdot 2^y] = \\alpha(e^x + y \\log 2) \$$$

$$(\Psi \wedge \Phi) \rightarrow (\Psi \vee \Phi)$$

$$\$\\mathbf{\\Psi \\wedge \\Phi} \\rightarrow \\mathbf{\\Psi \\vee \\Phi} \$$$

$$(\Psi \wedge \Phi) \rightarrow (\Psi \vee \Phi)$$

$$\$\\boldsymbol{\\Psi \\wedge \\Phi} \\rightarrow \\boldsymbol{\\Psi \\vee \\Phi} \$$$


**Ejemplo**

El uso de `\pmb` (los siguientes símbolos no se obtienen en negrilla con `\boldsymbol`):

\mathbb{N}	$\pmb{\mathbb{N}}$
\mathbb{R}	$\pmb{\mathbb{R}}$
\sum	$\pmb{\sum}$
\prod	$\pmb{\prod}$
\bigcup	$\pmb{\bigcup}$

Ejemplo Tamaño de los símbolos:

<code>\tiny \$f_x:A\rightarrow \mathbb{R}^2\$</code>	$f_x : A \rightarrow \mathbb{R}^2$
<code>\scriptsize \$f_x:A\rightarrow \mathbb{R}^2\$</code>	$f_x : A \rightarrow \mathbb{R}^2$
<code>\footnotesize \$f_x:A\rightarrow \mathbb{R}^2\$</code>	$f_x : A \rightarrow \mathbb{R}^2$
<code>\small \$f_x:A\rightarrow \mathbb{R}^2\$</code>	$f_x : A \rightarrow \mathbb{R}^2$
<code>\normalsize \$f_x:A\rightarrow \mathbb{R}^2\$</code>	$f_x : A \rightarrow \mathbb{R}^2$
<code>\large \$f_x:A\rightarrow \mathbb{R}^2\$</code>	$f_x : A \rightarrow \mathbb{R}^2$
<code>\Large \$f_x:A\rightarrow \mathbb{R}^2\$</code>	$f_x : A \rightarrow \mathbb{R}^2$
<code>\LARGE \$f_x:A\rightarrow \mathbb{R}^2\$</code>	$f_x : A \rightarrow \mathbb{R}^2$
<code>\huge \$f_x:A\rightarrow \mathbb{R}^2\$</code>	$f_x : A \rightarrow \mathbb{R}^2$
<code>\Huge \$f_x:A\rightarrow \mathbb{R}^2\$</code>	$f_x : A \rightarrow \mathbb{R}^2$

Ejemplo

En (2) y (4) se ha cambiado el tamaño de las bases e y A , sin alterar los demás símbolos:

(1) $\$e^{\frac{2k\pi i}{n}}$$	$e^{\frac{2k\pi i}{n}}$
(2) $\$\\mbox{\\Large } e\$^{\frac{2k\pi i}{n}}$$	$e^{\frac{2k\pi i}{n}}$
(3) $\$A_{x_i^n}^{y_j^m}$	$A_{x_i^n}^{y_j^m}$
(4) $\$\\mbox{\\Large } A\$_{x_i^n}^{y_j^m}$	$A_{x_i^n}^{y_j^m}$

Ejemplo

En (2), (3), (5) y (6) se ha alterado el tamaño de los subíndices, primero usando la declaración `\scriptscriptstyle`, y luego con `\mbox{\tiny ...}`; el resultado es el mismo.

(1) $\$F_j$$	F_j
(2) $\$F_{\\scriptscriptstyle j} \$$	F_j
(3) $\$F_{\\mbox{\\tiny } j} \$$	F_j
(4) $\$\\sigma_{ij} \$$	σ_{ij}
(5) $\$\\sigma_{\\scriptscriptstyle ij} \$$	σ_{ij}
(6) $\$\\sigma_{\\mbox{\\tiny } ij} \$$	σ_{ij}

Ejemplo

Símbolos sobre símbolos:

$$\overset{a}{W}$$

`\stackrel{a}{W}` (equivalentemente,
`\overset{a}{W}`)

$$\overset{a}{\underset{b}{W}}$$

`\overset{a}{\underset{b}{W}}`

$$\vec{x} \stackrel{\text{def}}{=} (x_1, \dots, x_n)$$

`\vec{x} \overset{\text{def}}{=} (x_1, \ldots, x_n)`

$$0 \rightarrow E' \xrightarrow{f} E \xrightarrow{g} E'' \rightarrow 0$$

`$0 \rightarrow E' \xrightarrow{f} E \xrightarrow{g} E'' \rightarrow 0$`

$$0 \rightarrow E' \xrightarrow{f} E \xrightarrow{g} E'' \rightarrow 0$$

`$0 \rightarrow E' \xrightarrow{f} E \xrightarrow{g} E'' \rightarrow 0$`

$$\cdots \rightarrow V_{i-1} \xrightarrow{d_{i-1}} V_i \xrightarrow{d_i} V_{i+1} \rightarrow \cdots$$

`\cdots \rightarrow V_{i-1} \xrightarrow{d_{i-1}} V_i \xrightarrow{d_i} V_{i+1} \rightarrow \cdots`

$$\mathcal{A}/R \xrightarrow[\simeq]{f \circ g \circ h} X$$

`\mathcal{A}/R \xrightarrow[\simeq]{f \circ g \circ h} X`

Definición de **comandos simples**:

Ejemplo

La flecha corta → se obtiene con `\to`, pero la instrucción para la flecha larga → es exponencialmente más larga: `\longrightarrow`. Es posible definir el nuevo comando `\tto` (por ejemplo) para obtener la última flecha. Específicamente:

```
\newcommand{\tto}{\longrightarrow}.
```

Con esta definición, una expresión como $F : A \longrightarrow B$ se obtiene simplemente a partir de `$F:A\tto B$`.

Ejemplo

Si la expresión $X^2 \times Y^2$ aparece múltiples veces en un documento, es conveniente asignarle un nombre, por ejemplo `\pr` (por producto), en la siguiente forma:

```
\newcommand{\pr}{X^2\mathbin{\times} Y^2}
```

Ejemplo

Los símbolos para los conjuntos $\mathbb{N}, \mathbb{Z}, \mathbb{Q}, \mathbb{R}, \mathbb{C}$ son de uso frecuente y es incómodo tener que escribir continuamente `\mathbb{N}`, `\mathbb{Z}`, etc. Podemos definir abreviaturas en la siguiente forma. El uso de `\ensuremath` permite usar los nuevos comandos ya sea en modo matemático o en modo normal:

```
\newcommand{\N}{\mathbb{N}}
\newcommand{\Z}{\mathbb{Z}}
\newcommand{\Q}{\mathbb{Q}}
\newcommand{\R}{\mathbb{R}}
\newcommand{\C}{\mathbb{C}}
```



Definición de **comandos con argumentos obligatorios**:

**Ejemplo**

Si en un documento aparecen muchas derivadas parciales como

$$\frac{\partial f}{\partial x}, \quad \frac{\partial f}{\partial y}, \quad \frac{\partial g}{\partial x}, \quad \frac{\partial h}{\partial z}$$

es útil definir el comando `\parcial`, de dos argumentos: el primero para la función y el segundo para la variable. Concretamente, definimos

```
\newcommand{\parcial}[2]{\frac{\partial #1}{\partial #2}}
```

Con esta definición, tenemos:

$$\begin{aligned} \$\backslash\text{parcial}\{f\}\{x\}\$ & \qquad \frac{\partial f}{\partial x} \\ \backslash[\backslash\text{parcial}\{v\}\{x\}(a)=-\backslash\text{parcial}\{u\}\{y\}(a)\backslash] & \qquad \frac{\partial v}{\partial x}(a) = -\frac{\partial u}{\partial y}(a) \end{aligned}$$

**Ejemplo**

Podemos definir la instrucción \upla de 2 argumentos para producir vectores coordenados o “uplas”. El primer argumento representa el nombre de cada una de las coordenadas y el segundo es el número de éstas. La definición concreta es:

```
\newcommand{\upla}[2]{(#1_1,#1_2,\ldots,#1_{#2})}
```

Podemos ahora escribir “uplas” en la forma:

$$\begin{aligned} \$\backslash upla\{a\}\{n\}\$ & (a_1, a_2, \dots, a_n) \\ \$\backslash upla\{b\}\{n+1\}\$ & (b_1, b_2, \dots, b_{n+1}) \\ \$\backslash bigl\| \backslash upla\{x\}\{n\}\backslash bright\|=1\$ & \|(x_1, x_2, \dots, x_n)\| = 1 \end{aligned}$$



Ejemplo

Vamos a definir un macro, con 7 argumentos, para transformaciones de Möbius:

```
\newcommand{\mobius}[7]{\left(\begin{matrix} a & b & c \\ d & e & f \end{matrix}\right) \circ \left(\begin{matrix} a' & b' & c' \\ d' & e' & f' \end{matrix}\right)}
```

Obsérvese que la barra vertical | se obtiene con `\left|` y para completar el par es necesario `\right..` Con esta definición, podemos escribir:

$$\begin{aligned} \$\text{\mobius}{z}{a}{b}{c}{d}{e}{f}\$ &\quad \left(\begin{array}{c|ccc} z & a & b & c \\ d & e & f \end{array} \right) \\ \$\text{\mobius}{\bar{z}}{a}{b}{i}{-i}{-1}{2i+1}\$ &\quad \left(\begin{array}{c|ccc} \bar{z} & a & b & i \\ -i & -1 & 2i+1 \end{array} \right) \end{aligned}$$

$$T(z) = \left(\begin{array}{c|ccc} z & a & b & c \\ a' & b' & c' \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c|ccc} z & 0 & 1 & \infty \\ a' & b' & c' \end{array} \right) \circ \left(\begin{array}{c|ccc} z & a & b & c \\ 0 & 1 & \infty \end{array} \right)$$

```
\[
T(z)=\mobius{z}{a}{b}{c}{a'}{b'}{c'} =
\mobius{z}{0}{1}{\infty}{a'}{b'}{c'} \circ
\mobius{z}{a}{b}{c}{0}{1}{\infty}
]
```



Definición de **comandos con un argumento opcional**:

Ejemplo

En este ejemplo vamos a definir un comando similar al comando `\upla` definido [en el ejemplo anterior](#) pero con tres argumentos, el primero de ellos opcional. El nuevo comando `\kupla` debe producir algo de la forma (a_1, \dots, a_k) . El parámetro #2 representa el nombre de cada coordenada (a, b, c , etc), el parámetro #3 representa el primer sub-índice y el parámetro #1, que es el opcional, representa el último sub-índice, el cual es k por defecto. La definición de `\kupla` es:

```
\newcommand{\kupla}[3][k]{(#2_{#3}, \ldots, #2_{#1})}
```

Con esta definición podemos escribir

$$\begin{aligned} \$\backslash kupla{a}{1}\$ & (a_1, \dots, a_k) \\ \$\backslash kupla{x}{p}\$ & (x_p, \dots, x_k) \\ \$\backslash kupla[m]{b}{1}\$ & (b_1, \dots, b_m) \\ \$\backslash kupla[n]{b}{i}\$ & (b_i, \dots, b_n) \end{aligned}$$

Ejemplo

El uso de `\nobreakdash`. Para impedir que haya una separación entre el guión y el término adjunto escribimos, por ejemplo:

`p\nobreakdash-subgrupo` para la expresión p -subgrupo.

`n\nobreakdash-lineal` para la expresión n -lineal.

`p\nobreakdash-ádico` para la expresión p -ádico.

Ejemplo

El entorno `equation`. En este ejemplo se usa la etiqueta `\label{derivada}`, inmediatamente después de `\begin{equation}`, y se hace luego una referencia cruzada con `\ref{derivada}`.

La función f es derivable en a si

$$\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a + h) - f(a)}{h} \tag{4.1}$$

existe. En tal caso, el límite (4.1) se denota con $f'(a)$.

La función `f` es derivable en `a` si

```
\begin{equation}\label{derivada}
\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(a+h)-f(a)}{h}
\end{equation}
```

existe. En tal caso, el límite (`\ref{derivada}`) se denota con `$f'(a)$`.



El entorno `multline`:

Ejemplo

Una fórmula dividida en dos renglones, con numeración:

$$\frac{f(a+h) - f(a)}{h} - \frac{\partial f}{\partial x}(a) = \\ \frac{u(a+h) - u(a) - d_a u(h)}{h} + i \frac{v(a+h) - v(a) - d_a v(h)}{h} \quad (4.2)$$

```
\begin{multline}
\frac{f(a+h)-f(a)}{h}-\frac{\partial f}{\partial x}(a)=\\
\frac{u(a+h)-u(a)-d\_au(h)}{h}+i\frac{v(a+h)-v(a)-d\_av(h)}{h}
\end{multline}
```

Ejemplo

La fórmula anterior, sin numeración:

$$\frac{f(a+h) - f(a)}{h} - \frac{\partial f}{\partial x}(a) = \\ \frac{u(a+h) - u(a) - d_a u(h)}{h} + i \frac{v(a+h) - v(a) - d_a v(h)}{h}$$

```
\begin{multline*}
\frac{f(a+h)-f(a)}{h}-\frac{\partial f}{\partial x}(a)=\\
\frac{u(a+h)-u(a)-d\_au(h)}{h}+i\frac{v(a+h)-v(a)-d\_av(h)}{h}
\end{multline*}
```



Ejemplo

La fórmula para descomposición en fracciones parciales, dividida en cuatro renglones, con numeración:

$$\begin{aligned}
 \frac{P(x)}{Q(x)} &= \left[\frac{A_{11}}{x - a_1} + \cdots + \frac{A_{1m_1}}{(x - a_1)^{m_1}} \right] + \cdots \\
 &\quad + \left[\frac{A_{k1}}{x - a_k} + \cdots + \frac{A_{km_k}}{(x - a_k)^{m_k}} \right] \\
 &+ \left[\frac{B_{11} + C_{11}}{x^2 + b_1x + c_1} + \cdots + \frac{B_{1r_1} + C_{1r_1}}{(x^2 + b_1x + c_1)^{r_1}} \right] + \cdots \\
 &\quad + \left[\frac{B_{n1} + C_{n1}}{x^2 + b_nx + c_n} + \cdots + \frac{B_{nr_1} + C_{nr_n}}{(x^2 + b_nx + c_n)^{r_n}} \right] \quad (4.3)
 \end{aligned}$$

```
\begin{multiline}
\frac{P(x)}{Q(x)}=\left[\frac{A_{11}}{x-a_1}+\cdots+\frac{A_{1m_1}}{(x-a_1)^{m_1}}\right]+\cdots\\
+\left[\frac{A_{k1}}{x-a_k}+\cdots+\frac{A_{km_k}}{(x-a_k)^{m_k}}\right]\\
+\left[\frac{B_{11}+C_{11}}{x^2+b_1x+c_1}+\cdots+\frac{B_{1r_1}+C_{1r_1}}{(x^2+b_1x+c_1)^{r_1}}\right]+\cdots\\
+\left[\frac{B_{n1}+C_{n1}}{x^2+b_nx+c_n}+\cdots+\frac{B_{nr_1}+C_{nr_n}}{(x^2+b_nx+c_n)^{r_n}}\right]
\end{multiline}
```



Ejemplo El entorno `gather`:

$$A + B := \{x + y \mid x \in A, y \in B\}, \quad (4.4)$$

$$AB := \{xy \mid x \in A, y \in B\}, \quad (4.5)$$

$$-A := \{-x \mid x \in A\}, \quad (4.6)$$

$$A^{-1} := -a^{-1} \mid a \in A, a \neq 0\}$$
 (4.7)

```
\begin{gather}
A+B:=\{x+y \mid x\in A, \ y\in B\}, \\ AB:=\{xy \mid x\in A, \ y\in B\}, \\
-A:=\{-x \mid x\in A\}, \\ A^{-1}:=\{a^{-1} \mid a\in A, \ a\neq 0\}
\end{gather}
```

Ejemplo El ejemplo anterior sin numeración:

$$A + B := \{x + y \mid x \in A, y \in B\},$$

$$AB := \{xy \mid x \in A, y \in B\},$$

$$-A := \{-x \mid x \in A\},$$

$$A^{-1} := -a^{-1} \mid a \in A, a \neq 0\}$$

```
\begin{gather*}
A+B:=\{x+y \mid x\in A, \ y\in B\}, \\ AB:=\{xy \mid x\in A, \ y\in B\}, \\
-A:=\{-x \mid x\in A\}, \\ A^{-1}:=\{a^{-1} \mid a\in A, \ a\neq 0\}
\end{gather*}
```



**Ejemplo**

El entorno `align`:

$$\begin{aligned}
 |z + \xi|^2 &= (z + \xi)(\overline{z + \xi}) \\
 &= |z|^2 + z\bar{\xi} + \bar{z}\xi + |\xi|^2 \\
 &\leq |z|^2 + 2|z||\xi| + |\xi|^2 \\
 &= (|z| + |\xi|)^2
 \end{aligned}$$

```
\begin{aligned}
|z+\xi|^2 &= (z+\xi)(\overline{z+\xi})\\
&= |z|^2 + z\overline{\xi} + \overline{z}\xi + |\xi|^2\\
&\leq |z|^2 + 2|z||\xi| + |\xi|^2\\
&= (|z| + |\xi|)^2
\end{aligned}
```

Ejemplo

◀ Compárese:

$$A + B := \{x + y \mid x \in A, y \in B\}, \quad (4.8)$$

$$AB := \{xy \mid x \in A, y \in B\}, \quad (4.9)$$

$$-A := \{-x \mid x \in A\}, \quad (4.10)$$

$$A^{-1} := -a^{-1} \mid a \in A, a \neq 0\} \quad (4.11)$$

```
\begin{aligned}
A+B&:=\{x+y \mid x\in A, \ y\in B\},\\
AB&:=\{xy \mid x\in A, \ y\in B\},\\
-A&:=\{-x \mid x\in A\},\\
A^{-1}&:=\{a^{-1} \mid a\in A, \ a\neq 0\}
\end{aligned}
```



Ejemplo Numeración de renglones particulares. Se elimina la numeración automática en el primer y el tercer renglones con `\notag`:

$$\begin{aligned} A + B &:= \{x + y \mid x \in A, y \in B\}, \\ AB &:= \{xy \mid x \in A, y \in B\}, \end{aligned} \tag{4.12}$$

$$\begin{aligned} -A &:= \{-x \mid x \in A\}, \\ A^{-1} &:= -a^{-1} \mid a \in A, a \neq 0 \} \end{aligned} \tag{4.13}$$

```
\begin{align}
A+B&:=\{x+y\mid x\in A,\,y\in B\},\notag\\
AB&:=\{xy\mid x\in A,\,y\in B\},\\
-A&:=\{-x\mid x\in A\},\notag\\
A^{-1}&:=\{a^{-1}\mid a\in A,\,a\neq 0\}
\end{align}
```

**Ejemplo**

Despliegue con tres columnas, cada una de ellas alineada por el símbolo $=$:

$$\begin{array}{lll} x = ax + b & X = uX + v & A = aA + B \\ x' = ax' + b & X' = uX' + v & A' = aA' + B' \\ y = (1 - a)y & Y = (1 - u)Y & B = (1 - a)B \\ y' = (1 - b)y' & Y' = (1 - v)Y' & B' = (1 - b)B' \end{array}$$

```
\begin{aligned*}
x &= ax+b & X &= uX+v & A &= aA+B \\
x' &= ax'+b & X' &= uX'+v & A' &= aA'+B' \\
y &= (1-a)y & Y &= (1-u)Y & B &= (1-a)B \\
y' &= (1-b)y' & Y' &= (1-v)Y' & B' &= (1-b)B'
\end{aligned*}
```

Ejemplo

Despliegue con dos columnas, la primera alineada por el símbolo de igualdad y la segunda por la instrucción `\text`:

$$\begin{aligned} a * (a' * b) &= (a * a') * b && \text{por la ley asociativa} \\
&= e * b && \text{por la definición de } a' \\
&= b && \text{por ser } e \text{ elemento identidad} \end{aligned}$$

```
\begin{aligned*}
a*(a'*b) &= (a*a')*b & \& \text{por la ley asociativa} \\
&\&=e*b & \& \text{por la definición de } a' \\
&\&=b & \& \text{por ser } e \text{ elemento identidad}
\end{aligned*}
```



Ejemplo El uso de `\intertext`: Obsérvese que las tres igualdades aparecen alineadas por el símbolo $=$, lo que no sería posible usando el entorno `equation`:

Puesto que la igualdad

$$(fg)' = f'g + fg' \quad (4.14)$$

se puede escribir como

$$fg' = (fg)' - f'g,$$

se concluye entonces que

$$\int fg' = \int (fg)' - \int f'g. \quad (4.15)$$

Puesto que la igualdad

```
\begin{align}
(fg)' &= f'g + fg' \\
\intertext{se puede escribir como}
fg' &= (fg)' - f'g, \notag \\
\intertext{se concluye entonces que}
\int fg' &= \int (fg)' - \int f'g.
\end{align}
```



Ejemplo Usando el entorno `split`, la alineación recibe un número único, verticalmente centrado (*compárese*):

$$\begin{aligned}
 A + B &:= \{x + y \mid x \in A, y \in B\}, \\
 AB &:= \{xy \mid x \in A, y \in B\}, \\
 -A &:= \{-x \mid x \in A\}, \\
 A^{-1} &:= \{-a^{-1} \mid a \in A, a \neq 0\}
 \end{aligned} \tag{4.16}$$

```
\begin{equation}
\begin{array}{l}
\begin{array}{l}
\begin{array}{l}
A+B := \{x+y \mid x \in A, y \in B\}, \\
AB := \{xy \mid x \in A, y \in B\}, \\
-A := \{-x \mid x \in A\}, \\
A^{-1} := \{-a^{-1} \mid a \in A, a \neq 0\}
\end{array}
\end{array}
\end{array}
```



**Ejemplo**

En la siguiente alineación se usó `` para crear una caja invisible cuya anchura contiene a $f(a + h)$. Por el uso del entorno `split`, el número aparece verticalmente centrado ([compárese](#)):

$$\begin{aligned} \frac{f(a + h) - f(a)}{h} - \frac{\partial f}{\partial x}(a) = \\ \frac{u(a + h) - u(a) - d_a u(h)}{h} + i \frac{v(a + h) - v(a) - d_a v(h)}{h} \end{aligned} \tag{4.17}$$

```
\begin{equation}
\begin{split}
&\frac{f(a+h)-f(a)}{h}-\frac{\partial f}{\partial x}(a)=\\
&\phantom{f(a+h)-f(a)}\frac{u(a+h)-u(a)-d\_au(h)}{h}+i\frac{v(a+h)-v(a)-d\_av(h)}{h}\\
\end{split}
\end{equation}
```





Ejemplo El único propósito de los dos `split` usados en este despliegue es hacer que las expresiones (4.18) y (4.19), que no caben en una sola línea, lleven sus respectivos números, adecuadamente colocados.

$$\begin{aligned} \int (\log x)^3 dx &= [x(\log x)^2 - 2x(\log x) + 2x] \log x \\ &\quad - \int \frac{1}{x} [x(\log x)^2 - 2x(\log x) + 2x] dx \end{aligned} \tag{4.18}$$

instrucciones ➔

◀◀ *resultado*

```
\begin{align}
\int(\log x)^3, dx &= \bigl[x(\log x)^2 - 2x(\log x) + 2x\bigr]\log x\notag\\
&\hspace{2.1cm} - \int \frac{1}{x}\bigl[x(\log x)^2 - 2x(\log x) +
2x\bigr], dx \notag\\
\begin{split}
&= x(\log x)^3 - 2x(\log x)^2 + 2x \log x \\
&\quad &\hspace{2cm} - \int (\log x)^2, dx + 2[x\log x - x] - 2x
\end{split}\label{ec:uno}\\
\end{align}
\begin{align}
\begin{split}
&= x(\log x)^3 - 2x(\log x)^2 + 2x \log x \\
&\quad &\hspace{0.7cm} - \bigl[x(\log x)^2 - 2x(\log x) + 2x\bigr] + 2[x\log x - x] \\
&\quad &\hspace{0.7cm} - 2x
\end{split}\label{ec:dos}
\end{align}
\end{align}
```

Ejemplo Despliegue del *ejemplo anterior*, sin numeración alguna; no es necesario usar `split`:

$$\begin{aligned}
 \int (\log x)^3 dx &= [x(\log x)^2 - 2x(\log x) + 2x] \log x \\
 &\quad - \int \frac{1}{x} [x(\log x)^2 - 2x(\log x) + 2x] dx \\
 &= x(\log x)^3 - 2x(\log x)^2 + 2x \log x \\
 &\quad - \int (\log x)^2 dx + 2[x \log x - x] - 2x \\
 &= x(\log x)^3 - 2x(\log x)^2 + 2x \log x \\
 &\quad - [x(\log x)^2 - 2x(\log x) + 2x] + 2[x \log x - x] - 2x \\
 &= x(\log x)^3 - 3x(\log x)^2 + 6x \log x - 6x.
 \end{aligned}$$

```
\begin{aligned*}
\int (\log x)^3 dx &= \bigl[ x(\log x)^2 - 2x(\log x) + 2x \bigr] \log x \\
&\quad - \int \frac{1}{x} [x(\log x)^2 - 2x(\log x) + 2x] dx \\
&= x(\log x)^3 - 2x(\log x)^2 + 2x \log x \\
&\quad - [x(\log x)^2 - 2x(\log x) + 2x] + 2[x \log x - x] - 2x \\
&= x(\log x)^3 - 3x(\log x)^2 + 6x \log x - 6x.
\end{aligned*}
```



El entorno `aligned`:

Ejemplo

El bloque construido con `aligned` va seguido de un corchete, de tamaño adecuado, obtenido con `\right\}`; esto exige usar antes `\left.`. Todo el despliegue adquiere un número, ya que está bajo el alcance del entorno `equation`.

$$\left. \begin{array}{l} K^2 A''(x) - \lambda H(x) A(x) = 0 \\ (K + 1) A(\ell) = 0 \\ A(0) = 0 \end{array} \right\} \quad (4.20)$$

```
\begin{equation}
\left.
\begin{aligned}
K^2 A''(x) - \lambda H(x) A(x) &= 0 \\
(K+1)A(\ell) &= 0 \\
A(0) &= 0
\end{aligned}
\right.
\end{equation}
```



**Ejemplo**

Tres bloques independientes colocados uno al lado del otro. Los dos primeros están construidos con `aligned` y el tercero es una igualdad que ocupa una sola línea. Se usó `\qquad` para separar los bloques.

$$\begin{aligned} u_t - u_{xx} &= F(x, t) & u(0, t) &= 0 & u(1, t) = w(1, t) &= 0 \\ v_t - v_{xx} &= 0 & u(\pi, t) &= v(t, 1) &= 1 \\ w_t - w_{xx} &= 0 \end{aligned}$$

```
\begin{equation*}
\begin{aligned}
u_t - u_{xx} &= F(x, t) \\
v_t - v_{xx} &= 0 \\
w_t - w_{xx} &= 0
\end{aligned}
\qquad
\begin{aligned}
u(0, t) &= 0 \\
u(\pi, t) &= v(t, 1) = 1
\end{aligned}
u(1, t) = w(1, t) = 0
\end{equation*}
```





El entorno **gathered**:

Ejemplo

Puesto que se usa **gathered**, no se requiere el símbolo de alineación & (*compárese*):

$$\left. \begin{aligned} K^2 A''(x) - \lambda H(x) A(x) &= 0 \\ (K+1)A(\ell) &= 0 \\ A(0) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (4.21)$$

```
\begin{equation}
\left.
\begin{gathered}
K^2A''(x) -\lambda H(x) A(x)=0\\
(K+1)A(\ell)= 0\\
A(0)= 0
\end{gathered}
\right.
\end{equation}
```



**Ejemplo**

Las igualdades aparecen horizontalmente centradas en sus respectivas columnas. Por el uso del modificador `t`, los tres bloques aparecen alineados por la parte superior (*compárese*):

$$u_t - u_{xx} = F(x, t) \qquad u(0, t) = 0 \qquad u(1, t) = w(1, t) = 0$$

$$v_t - v_{xx} = 0 \qquad u(\pi, t) = v(t, 1) = 1$$

$$w_t - w_{xx} = 0$$

```
\begin{equation*}
\begin{gathered}[t]
u_t-u_{xx}=F(x,t)\\
v_t-v_{xx}=0\\
w_t-w_{xx}=0
\end{gathered}
\qquad
\begin{gathered}[t]
u(0,t)=0\\
u(\pi,t)=v(t,1)=1
\end{gathered}
\qquad
\begin{gathered}[t]
u(1,t)=w(1,t)=0
\end{gathered}
\end{equation*}
```





El entorno `flalign`:

Ejemplo

◀ *Compárese*

$$x = ax + b$$

$$X = uX + v$$

$$A = aA + B$$

$$x' = ax' + b$$

$$X' = uX' + v$$

$$A' = aA' + B'$$

$$y = (1 - a)y$$

$$Y = (1 - u)Y$$

$$B = (1 - a)B$$

$$y' = (1 - b)y'$$

$$Y' = (1 - v)Y'$$

$$B' = (1 - b)B'$$

```
\begin{flalign*}
```

```
x &=ax+b & X &=uX+v & A &=aA+B\\ x' &=ax'+b & X' &=uX'+v & A' &=aA'+B'\\
```

```
y &=(1-a)y & Y &=(1-u)Y & B &=(1-a)B\\ y' &=(1-b)y' & Y' &=(1-v)Y' & B' &=(1-b)B'
```

```
\end{flalign*}
```

Ejemplo

El despliegue anterior con numeración. Se añadió una columna vacía para evitar que la última columna quedara demasiado cerca de la numeración:

$$x = ax + b$$

$$X = uX + v$$

$$A = aA + B \quad (4.22)$$

$$x' = ax' + b$$

$$X' = uX' + v$$

$$A' = aA' + B' \quad (4.23)$$

$$y = (1 - a)y$$

$$Y = (1 - u)Y$$

$$B = (1 - a)B \quad (4.24)$$

$$y' = (1 - b)y'$$

$$Y' = (1 - v)Y'$$

$$B' = (1 - b)B' \quad (4.25)$$

```
\begin{flalign*}
```

```
x &=ax+b & X &=uX+v & A &=aA+B &\&\\ x' &=ax'+b & X' &=uX'+v & A' &=aA'+B' &\& \\
```

```
y &=(1-a)y & Y &=(1-u)Y & B &=(1-a)B &\&
```

```
y' &=(1-b)y' & Y' &=(1-v)Y' & B' &=(1-b)B' &\&
```

```
\end{flalign*}
```



**Ejemplo**

La siguiente alineación ilustra varias facetas explicadas en ejemplos anteriores.

$$\begin{aligned} & A \cup A = A \\ & A \cap A = A \end{aligned} \quad \text{Idempotencia}$$

$$\begin{aligned} & A \cup B = B \cup A \\ & A \cap B = B \cap A \end{aligned} \quad \text{Commutatividad} \tag{4.26}$$

$$\begin{aligned} & A \cup (B \cup C) = (A \cup B) \cup C \\ & (A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C) \end{aligned} \quad \text{Asociatividad}$$

```
\begin{equation}\label{propiedades}
\begin{split}
&\& \left. \begin{aligned}
& A \cup A = A \\
& A \cap A = A
\end{aligned} \right\} \quad \text{Idempotencia} \\
&\& \left. \begin{aligned}
& A \cup B = B \cup A \\
& A \cap B = B \cap A
\end{aligned} \right\} \quad \text{Commutatividad} \\
&\& \left. \begin{aligned}
& A \cup (B \cup C) = (A \cup B) \cup C \\
& (A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C)
\end{aligned} \right\} \quad \text{Asociatividad}
\end{aligned}
\end{split}
\end{equation}
```

Ejemplo El uso de \tag:

$$A + B := \{x + y \mid x \in A, y \in B\}, \quad (*)$$

$$AB := \{xy \mid x \in A, y \in B\}, \quad (**)$$

```
\begin{aligned*}
A+B &:= \{x+y \mid x \in A, y \in B\}, \tag{$\ast$}\\
AB &:= \{xy \mid x \in A, y \in B\}, \tag{$\ast\ast$}
\end{aligned*}
```

Ejemplo El entorno `subequations`:

$$A + B := \{x + y \mid x \in A, y \in B\} \quad (4.27a)$$

$$AB := \{xy \mid x \in A, y \in B\} \quad (4.27b)$$

$$-A := \{-x \mid x \in A\} \quad (4.27c)$$

$$A^{-1} := \{a^{-1} \mid a \in A, a \neq 0\} \quad (4.27d)$$

En (4.27) aparecen las definiciones de nuevos conjuntos de números reales:
(4.27a) define la suma de subconjuntos, (4.27b) el producto, (4.27c) el opuesto
y (4.27d) el inverso.

```
\begin{subequations}\label{operaciones}
\begin{aligned}
A+B &:= \{x+y \mid x \in A, y \in B\} \label{suma}\\
AB &:= \{xy \mid x \in A, y \in B\} \label{producto}\\
-A &:= \{-x \mid x \in A\} \label{opuesto}\\
A^{-1} &:= \{a^{-1} \mid a \in A, a \neq 0\} \label{inverso}
\end{aligned}
\end{subequations}
```

En (\ref{operaciones}) aparecen las definiciones de nuevos conjuntos de números reales: (\ref{suma}) define la suma de subconjuntos, (\ref{producto}) el producto, (\ref{opuesto}) el opuesto y (\ref{inverso}) el inverso.

Ejemplo

El uso de `\newtheorem`: vamos a definir tres estructuras típicas: `defin` (para definiciones), `teor` (para teoremas) y `corol` (para corolarios).

```
\newtheorem{defin}{Definición}
\newtheorem{teor}{Teorema}
\newtheorem{corol}{Corolario}
```

Podemos ahora escribir definiciones, teoremas y corolarios usando `\begin{...}` y `\end{...}`:

Definición 1. *Una extensión finita, normal y separable E de un campo F se llama una extensión de Galois de F .*

El siguiente resultado es el llamado teorema fundamental de la teoría de Galois.

Teorema 1. *Sea E una extensión de Galois de F y K un campo tal que $F \subseteq K \subseteq E$. Entonces $K \mapsto G(E/K)$ establece una correspondencia biyectiva entre el conjunto de los subcampos de E que contienen a F y los subgrupos de $G(E/F)$.*

Corolario 1. *Para todo subgrupo H de $G(E/F)$, se tiene $H = G(E/E_H)$.*

```
\begin{defin}
```

Una extensión finita, normal y separable $\$E\$$ de un campo $\$F\$$ se llama una extensión de Galois de $\$F\$$.

```
\end{defin}
```

El siguiente resultado es el llamado teorema fundamental de la teoría de Galois.

```
\begin{teor}\slshape
```

Sea E una extensión de Galois de F y K un campo tal que $F \subsetneq K \subsetneq E$. Entonces $K \mapsto G(E/K)$ establece una correspondencia biyectiva entre el conjunto de los subcampos de E que contienen a F y los subgrupos de $G(E/F)$.

\end{teor}

\begin{corol}

Para todo subgrupo H de $G(E/F)$, se tiene $H = G(E/E_H)$.

\end{corol}

Ejemplo

Los entornos creados con `\newtheorem` tienen un argumento opcional para una descripción en el rótulo. Así, después de haber creado la estructura `teor` del ejemplo anterior ([véase](#)),

```
\begin{teor}[Teorema de Galois]
Sea  $E$  una extensión...
\end{teor}
```

produce

Teorema 1 (Teorema de Galois). *Sea E una extensión ...*



Ejemplo Creación de estructuras con la misma secuencia de numeración:

```
\newtheorem{prop}{Proposición}
\newtheorem{teor}[prop]{Teorema}
\newtheorem{corol}[prop]{Corolario}
```

El argumento opcional [prop] indica que los entornos **teor** y **corol** comparten la secuencia de numeración de **prop**, en lugar de utilizar un conteo independiente.

Ejemplo

Creación de estructuras con numeración subordinada:

```
\newtheorem{prop}{Proposición}[chapter]
```

Con el argumento opcional [chapter], las proposiciones se enumerarán con referencia al capítulo actual (**Proposición 7.1**, por ejemplo). El contador **prop** de proposiciones tomará el valor 0 al iniciarse un nuevo capítulo. Similarmente, utilizando el argumento [section], podemos hacer que un entorno determinado se enumere con referencia a la sección vigente.



**Ejemplo**

Combinación de numeración y subordinación:

```
\newtheorem{prop}{Proposición}[chapter]
\newtheorem{teor}[prop]{Teorema}
\newtheorem{corol}[prop]{Corolario}
```

Hace que los entornos **teor** y **corol** compartan la secuencia de numeración de **prop**, y hagan referencia los tres (**prop**, **teor** y **corol**) al número del capítulo.

Ejemplo

Por medio del comando **\theoremstyle** de **amsthm** se pueden definir estructuras con estilos diferentes:

```
\theoremstyle{plain}
\newtheorem{prop}{Proposición}[section]
\newtheorem{teor}[prop]{Teorema}
\newtheorem{corol}[prop]{Corolario}
\newtheorem{lema}[prop]{Lema}

\theoremstyle{definition}
\newtheorem{def}{Definición}[section]
\newtheorem{ejem}{Ejemplo}

\theoremstyle{remark}
\newtheorem*{nota}{Nota}
\newtheorem*{notac}{Notación}
```

Ejemplo Fórmula desplegada al final de una demostración, con el entorno `proof` de `amsmath`:

Demostración.

$$\sec^2(x) = 1 + \tan^2(x).$$

□

```
\begin{proof}[Demostración.]  
.....  
\[ \sec^2(x)=1+\tan^2(x). \]  
\end{proof}
```

Ejemplo El uso de `\qedhere` produce mejores resultados que el despliegue del ejemplo anterior:

Demostración.

$$\sec^2(x) = 1 + \tan^2(x).$$

□

```
\begin{proof}[Demostración.]  
.....  
\[ \sec^2(x)=1+\tan^2(x). \qedhere \]  
\end{proof}
```

Diagramas commutativos con el paquete `amscd`:

Ejemplo

$$\begin{array}{ccc} F & \xrightarrow{h} & F' \\ i \uparrow & & \uparrow j \\ X & \xrightarrow{g} & Y \end{array}$$

```
\[
\begin{CD}
F @>\{h\}>> F' \\
@A\{i\}AA @AA\{j\}A \\
X @>\{g\}>> Y \\
\end{CD}
\]
```

Ejemplo

$$\begin{array}{ccc} X \times Y & \xlongequal{\quad} & X \times Y \\ \text{proyección} \downarrow & & \downarrow \text{proyección} \\ X & \longrightarrow & Y \end{array}$$

```
\[
\begin{CD}
X\times Y @= X \times Y \\
@V{\text{proyección}}VV \\
@VV{\text{proyección}}V \\
X @>>> Y \\
\end{CD}
\]
```

**Ejemplo**

En este diagrama se usan dos flechas invisibles, con `\@.`, para hacer que el nodo P quede ubicado en el centro del diagrama y no en el extremo superior izquierdo.

$$\begin{array}{ccccc} & & P & & \\ & & \downarrow f & & \\ X & \xleftarrow{g} & Y & \xrightarrow{h} & Z \end{array}$$

```
\[
\begin{CD}
@. P @\\
@. @VV{f}V @\\
X @<<{g}< Y @>>{h}> Z \\
\end{CD}
\]
```

Ejemplo

$$\begin{array}{ccccc} F & \xrightarrow{h} & F' & \longrightarrow & T/R \\ i \uparrow & & \downarrow j & & \\ X & \xrightarrow{g} & Y & \longrightarrow & X \otimes Y \\ i' \downarrow & & \uparrow j' & & \\ G & \xrightarrow{f} & G' & \longrightarrow & T/S \end{array}$$

```
\[
\begin{CD}
F @>{h}>> F' @>>> T/R @\\
@A{i}AA @VV{j}V @\\
X @>{g}>> Y @>>> X \otimes Y @\\
@V{i'}VV @AA{j'}A @\\
G @>{f}>> G' @>>> T/S @\\
\end{CD}
\]
```

Diagramas commutativos con **pb-diagram**:

Ejemplo

$$\begin{array}{ccc} A & \xrightarrow{f} & B \\ g \downarrow & & \downarrow h \\ C & \xrightarrow{k} & D \end{array}$$

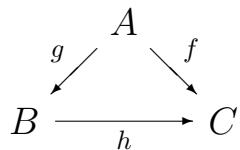
```
\[
\begin{diagram}
\node{A} \arrow{e,t}{f} \arrow{s,l}{g}
\node{B} \arrow{s,r}{h} \\
\node{C} \arrow{e,b}{k} \node{D}
\end{diagram}
\]
```

Ejemplo

Modificamos el diagrama del ejemplo anterior haciendo las flechas g y h punteadas:

$$\begin{array}{ccc} A & \xrightarrow{f} & B \\ \vdots & & \vdots \\ g \downarrow & & \downarrow h \\ C & \xrightarrow{k} & D \end{array}$$

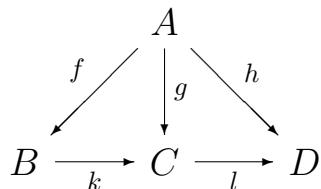
```
\[
\begin{diagram}
\node{A} \arrow{e,t}{f} \arrow{s,l,..}{g}
\node{B} \arrow{s,r,..}{h} \\
\node{C} \arrow{e,b}{k} \node{D}
\end{diagram}
\]
```

**Ejemplo**

```
\[
\begin{diagram}
\node{} \node{A} \arrow[se,t]{f} \arrow[sw,t]{g} \\
\node{B} \arrow[2]{e,b}{h} \node{} \node{C}
\end{diagram}
\]
```

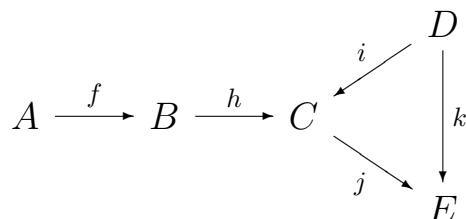
o bien, con el argumento opcional de `\node` en lugar de nodos vacíos:

```
\[
\begin{diagram}
\node[2]{A} \arrow[se,t]{f} \arrow[sw,t]{g} \\
\node{B} \arrow[2]{e,b}{h} \node[2]{C}
\end{diagram}
\]
```

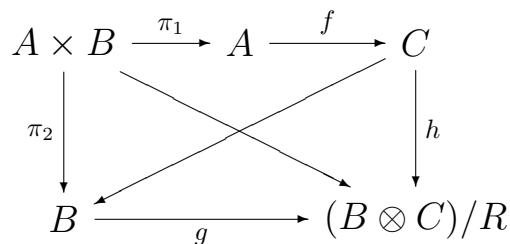
Ejemplo

```
\[
\begin{diagram}
\node[2]{A} \arrow[sw,t]{f} \arrow[s,r]{g} \\
\arrow[se,t]{h} \\
\node{B} \arrow[e,b]{k} \node{C} \arrow[e,b]{l} \\
\node{D}
\end{diagram}
\]
```



**Ejemplo**

```
\[
\begin{diagram}
\node[4]{D} \arrow[sw,t]{i}
\arrow[2]{s,r}{k} \\
\node{A} \arrow[e,t]{f} \node{B}
\arrow[e,t]{h} \node{C} \arrow[se,b]{j} \\
\node[4]{E}
\end{diagram}
\]
```

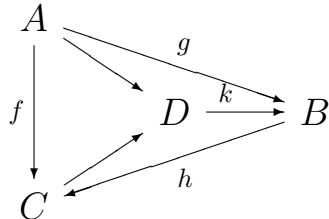
Ejemplo

```
\[
\begin{diagram}
\node{A\times B} \arrow[e,t]{\pi_1}
\node{A} \arrow[e,t]{f}
\node{C}
\arrow[s,1]{\pi_2}
\arrow{ese}
\node{A} \arrow[e,t]{f}
\node{C} \arrow[s,r]{h} \arrow[ws]{wsw} \\
\node{B} \arrow[2]{e,b}{g}
\node{(B\otimes C)/R}
\end{diagram}
\]
```

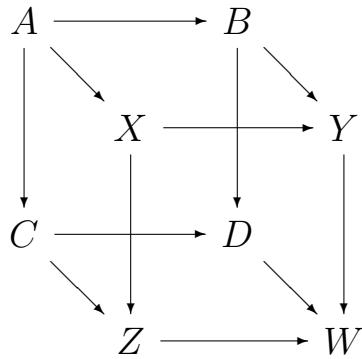


Ejemplo

En este diagrama se usa la opción de posición 1 para colocar la etiqueta k cerca del extremo izquierdo de la flecha:



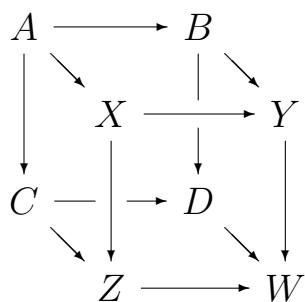
```
\[
\begin{diagram}
\node{A} \arrow[2]{s,1}{f} \arrow{se}
\arrow{ese,t}{g} \\
\node{} \node{D} \arrow{e,t,1}{k} \node{B}
\arrow{wsb,b}{h} \\
\node{C} \arrow{ne}
\end{diagram}
\]
```

**Ejemplo**

```
\[ \begin{array}{ccccc}
& & A & \longrightarrow & B \\
& & \downarrow & \searrow & \downarrow \\
& & X & \longrightarrow & Y \\
& & \downarrow & & \downarrow \\
C & \longrightarrow & D & & \\
\downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\
& & Z & \longrightarrow & W
\end{array} \]
```

Ejemplo

Para lograr un efecto tridimensional, la extensión de las flechas se ha reducido a la mitad, BD y CD se han trazado en dos tramos y se han utilizado dos nodos invisibles:

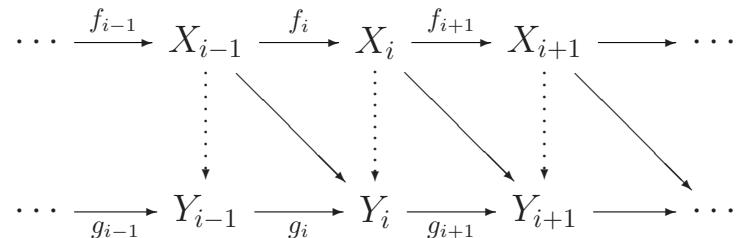


```
\[ \divide\dgARROWLENGTH by 2
\begin{array}{ccccc}
& & A & \longrightarrow & B \\
& & \downarrow & \searrow & \downarrow \\
& & X & \longrightarrow & Y \\
& & \downarrow & & \downarrow \\
C & \longrightarrow & \node{} & \longrightarrow & D \\
\downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\
& & Z & \longrightarrow & W
\end{array} \]
```



Ejemplo

En este diagrama los cuatro nodos son $\cdot\cdot\cdot$:



```

\[
\begin{array}{ccccccc}
\cdots & \xrightarrow{e,t}{f_{i-1}} & \node{X_{i-1}} & \xrightarrow{e,t}{f_i} & \cdots & \xrightarrow{e,t}{f_{i+1}} & \cdots \\
\downarrow & \searrow & \downarrow & \searrow & \downarrow & \searrow & \downarrow \\
\cdots & \xrightarrow{g_{i-1}} & \node{Y_{i-1}} & \xrightarrow{g_i} & \node{Y_i} & \xrightarrow{g_{i+1}} & \cdots
\end{array}
\]
\begin{array}{ccccccc}
\cdots & \xrightarrow{e,t}{f_{i-1}} & \node{X_{i-1}} & \xrightarrow{e,t}{f_i} & \cdots & \xrightarrow{e,t}{f_{i+1}} & \cdots \\
\downarrow & \searrow & \downarrow & \searrow & \downarrow & \searrow & \downarrow \\
\cdots & \xrightarrow{g_{i-1}} & \node{Y_{i-1}} & \xrightarrow{g_i} & \node{Y_i} & \xrightarrow{g_{i+1}} & \cdots
\end{array}
\]
  
```

The code defines a commutative diagram using the `array` environment. It contains two rows of sequences of nodes X_i and Y_i . Horizontal arrows are labeled f_{i-1} , f_i , f_{i+1} and g_{i-1} , g_i , g_{i+1} . Vertical arrows are labeled e and t . The `\node` command is used to place nodes at specific positions. The `\xrightarrow` command is used to draw horizontal arrows, and the `\searrow` command is used to draw diagonal arrows from X_{i-1} to Y_i , X_i to Y_{i+1} , and X_{i+1} to Y_{i-1} .

L^AT_EX tiene un entorno muy cómodo para la creación de tablas, `tabular`, cuya sintaxis es:

```
\begin{tabular}[posición]{formato}  
... & ... & ... \\  
... & ... & ... \\  
:  
\end{tabular}
```

El *formato* contiene la información sobre el número de las columnas y su justificación: **l** (a la izquierda), **c** (centrada), **r** (a la derecha) y **p{...}** (**columna con párrafos**). El argumento *posición* es opcional.

Para tablas con *ancho* pre-determinado se usa

```
\begin{tabular*}{ancho}{formato}  
:  
\end{tabular*}
```



5.1 Tablas con líneas

|| en el *formato* produce una línea vertical en la columna.

\hline, después de \\ o antes de la primera fila, produce una línea horizontal.

- ☞ Para líneas horizontales dobles se usa \hline\hline después de \\. Para líneas verticales dobles se usa || en el *formato* de la tabla.
- ☞ Tópicos relacionados: [Líneas horizontales con \cline](#).
[Líneas verticales con \vline](#).
[Grosor de las líneas](#).

5.2 Tablas con párrafos

p{ancho} en el *formato* de una tabla hace que la columna correspondiente contenga un párrafo del *ancho* especificado.

- ☞ Véase también: los parámetros m{ancho} y b{ancho} del paquete [array](#).

5.3 Tablas con filas especiales

`\multicolumn{n}{justificación}{contenido}` se usa para filas que se aparten del formato declarado con `\begin{tabular}`. El *contenido* abarca *n* columnas y la *justificación* es uno de los tres parámetros l, c, r (con o sin la raya vertical |).

- ☞ `\multicolumn` también se usa para cambiar el formato (justificación, raya vertical) de una columna en *una* fila particular, haciendo *n* = 1.

5.4 Simplificación del formato de una tabla

El *formato* de una tabla se puede simplificar:

`*{n}{columnas}` equivale a *n* copias de la especificación *columnas*, que es cualquier lista de los parámetros l, r, c, p y |.

5.5 Líneas horizontales con \cline

`\cline{n-m}` traza una línea horizontal desde la columna n hasta la columna m ; se usa al finalizar cada fila, después de `\backslash\backslash`.

5.6 Líneas verticales con \vline

`\vline` crea una línea vertical (adicional a las especificadas con `|` en el *formato* de la tabla). La línea tiene la altura total de la casilla y aparece centrada horizontalmente, aunque se puede insertar espacio horizontal, antes o después de `\vline`, con comandos como `_`, `\quad` o `\hspace`.

5.7 Espacio horizontal adicional

`\tabcolsep` controla el espacio que se añade a izquierda y a derecha de cada columna, incluyendo la primera y la última. Su valor por defecto es 6 pt, y se modifica con `\renewcommand`.

5.8 Espacio vertical adicional

`\arraystretch` controla el espacio vertical entre las filas de una tabla. Se modifica con `\renewcommand`.

- ☞ `\arraystretch` no es una dimensión sino el factor por el cual se multiplica la separación pre-determinada entre las filas.
- ☞ Para añadir espacio vertical en filas particulares se pueden usar **cajas de ancho nulo**.
- ☞ El argumento opcional del comando `\backslash` se puede usar para añadir espacio vertical **antes de comenzar una fila**.

5.9 Grosor de las líneas de una tabla

`\arrayrulewidth` controla el grosor de las líneas. Por defecto es 0.4 pt y se puede modificar con `\renewcommand`.

5.10 @-expresiones

`@{algo}` en el *formato* de una tabla inserta *algo* (por ejemplo, texto o espacio) entre columnas particulares.

- ☞ Cuando `@{...}` aparece en medio de columnas particulares, se elimina el espacio adicional que L^AT_EX inserta entre éstas (según el valor del parámetro `\tabcolsep`).

5.11 Inserción y numeración de tablas

La mejor manera de insertar una tabla es como **objeto flotante**, mediante el entorno **table**, que además permite la **inclusión de epígrafes y la numeración automática de tablas**.

5.12 Tablas con el paquete **array**

El paquete **array**  incrementa las capacidades del entorno **tabular** de L^AT_EX. Sus características más importantes son:

1. Además de **p{ancho}**, existe el parámetro **m{ancho}** con el cual el párrafo aparece verticalmente centrado respecto de las columnas vecinas. También se dispone del parámetro **b{ancho}** para párrafos alineados por la parte inferior.
2. Cada uno de los parámetros de columna puede ir precedido de **>algo**; su efecto es insertar *algo* antes del contenido de la fila, en cada columna. Similarmente, cada parámetro puede ir seguido de **<algo**.
3. El usuario puede definir nuevos tipos de columna para el **formato** de la tabla, por medio de **\newcolumntype{nombre}{definición}**. El tipo de columna denominado *nombre* representa los parámetros dados en la *definición*. El *nombre* debe ser una sola letra.
4. Las líneas muy gruesas no tocarán el texto contenido en las casillas, como sí puede ocurrir con la versión estándar de **tabular**.
5. Mejores resultados al alinear **tablas con texto o material circundante**.

5.13 Tablas y texto circundante

Por defecto, L^AT_EX coloca una tabla verticalmente centrada con respecto al material que la rodea. Pero los entornos **tabular** y **tabular*** tienen el argumento opcional *posición*, cuyos posibles valores son:

- t** hace que la tabla aparezca alineada por la parte superior.
 - b** hace que la tabla aparezca alineada por la parte inferior.
 - c** (opción por defecto) hace que la tabla aparezca verticalmente centrada.
- ☞ El paquete **array** ofrece los comandos **\firsthline**, para usar en lugar del primer **\hline** de una tabla, y **\lasthline** en lugar del último. Con estos comandos se logran mejores resultados de alineación cuando se usa el parámetro **t**.

5.14 Tablas extensas, tablas a color y rotación de tablas



Tablas extensas. L^AT_EX es incapaz de dividir una tabla en dos páginas porque el entorno `tabular` produce cajas indivisibles. Para solucionar este problema se puede usar el paquete `longtable`, descrito en la sección 13.6 del libro.



Color en tablas. Hay varios paquetes diseñados para colorear filas, columnas o casillas de una tabla, entre los que se destaca `colortbl`. Se describe detalladamente en la sección 13.5 del libro.



Rotación de tablas. Tablas muy anchas generalmente se rotan 90° para ser incluidas en documentos normales. Para rotar tablas, gráficas o cajas en general, L^AT_EX posee el comando `\rotatebox`. Y para manejar más eficientemente rotaciones de material muy extenso, podemos recurrir al paquete `lscape`, descrito en la sección 13.9 del libro.

Ejemplo

Primera	Segunda	Tercera	Cuarta
A	B	C	
	D	E	F
G			H

```
\begin{tabular}{cccc}
Primera & Segunda & Tercera & Cuarta\\
A & B && C\\
& D & E & F\\
G &&& H\\
\end{tabular}
```

Ejemplo

Tabla centrada con el entorno **center**:

Partícula:	Descubridor:	Año del descubrimiento:
Electrón	Joseph J. Thomson	1897
Protón	James Rutherford	1919
Neutrón	James Chadwick	1932
Positrón	Carl D. Anderson	1932

```
\begin{center}
\begin{tabular}{llc}
Partícula: & Descubridor: & Año del descubrimiento: \\
Electrón & Joseph J. Thomson & 1897 \\
Protón & James Rutherford & 1919 \\
Neutrón & James Chadwick & 1932 \\
Positrón & Carl D. Anderson & 1932
\end{tabular}
\end{center}
```

Ejemplo Tabla con líneas.

Partícula:	Descubridor:	Año del descubrimiento:
Electrón	Joseph J. Thomson	1897
Protón	James Rutherford	1919
Neutrón	James Chadwick	1932
Positrón	Carl D. Anderson	1932

```
\begin{center}
\begin{tabular}{|l|l|c|}\hline
Partícula: & Descubridor: & Año del descubrimiento: \\ \hline
Electrón & Joseph J. Thomson & 1897 \\ \hline
Protón & James Rutherford & 1919 \\ \hline
Neutrón & James Chadwick & 1932 \\ \hline
Positrón & Carl D. Anderson & 1932 \\ \hline
\end{tabular}
\end{center}
```

**Ejemplo**

Esta tabla coincide con la anterior excepto por la línea doble en la primera fila, obtenida con `\hline\hline`, y la doble línea en la primera columna, obtenida con `||`.

Partícula:	Descubridor:	Año del descubrimiento:
Electrón	Joseph J. Thomson	1897
Protón	James Rutherford	1919
Neutrón	James Chadwick	1932
Positrón	Carl D. Anderson	1932

```
\begin{center}
\begin{tabular}{|l||l|c|}\hline\hline
Partícula: & Descubridor: & Año del descubrimiento: \\ \hline
Electrón & Joseph J. Thomson & 1897 \\ \hline
Protón & James Rutherford & 1919 \\ \hline
Neutrón & James Chadwick & 1932 \\ \hline
Positrón & Carl D. Anderson & 1932 \\ \hline\hline
\end{tabular}
\end{center}
```

Ejemplo El uso de `\cline`:

Uno	Dos	Tres	Cuatro
		A	B
		C	
	D		
1	2	3	4

```
\begin{tabular}{|c|c|c|c|}\hline
Uno & Dos & Tres & Cuatro\\ \hline
&& A & B \\ \cline{3-4}
&& C & \\ \cline{2-3}
& D && \\ \cline{2-2}
& E && \\ \hline
1 & 2 & 3 & 4 \\ \hline
\end{tabular}
```

Ejemplo El uso de `\vline`:

Uno	Dos	Tres
A	B	
C	D	

```
\begin{tabular}{|c|c|c|}\hline
Uno & Dos & Tres \\ \hline
\hspace{3mm}\vline A & B & \\ \cline{1-2}
C & D & \\ \hline
&& \vline\\
&& \vline\\ \hline
\end{tabular}
```

Ejemplo

Tabla con párrafos mediante el parámetro **p** (compárese con el parámetro **m**):

Científico	Fecha	Logro
John Dalton	1803-08	Propone la moderna teoría atómica y revive la palabra “átomo”, acuñada por el filósofo griego Demócrito.
Jakob Berzelius	1828	Publica la primera tabla de pesos atómicos, cuyos valores coinciden con los actuales, excepto para tres elementos.
D. Mendeleiev	1869	Publica su <i>Tabla Periódica de Elementos</i> , diseñada según la noción de valencia.
Henry Moseley	1913	Añade claridad a la tabla periódica al introducir el concepto de número atómico.

```
\begin{center}\begin{tabular}{|l|c|p{8cm}|}\hline
\textsf{Científico} & \textsf{Fecha} & \textsf{Logro} \\ \hline
John Dalton & 1803--08 & Propone la moderna teoría atómica y revive la palabra  
“átomo”, acuñada por el filósofo griego Demócrito. \\ \hline
Jakob Berzelius & 1828 & Publica la primera tabla de pesos atómicos, cuyos valores  
coinciden con los actuales, excepto para tres elementos. \\ \hline
D. Mendeleiev & 1869 & Publica su \textit{Tabla Periódica de Elementos}, diseñada  
según la nocin de valencia. \\ \hline
Henry Moseley & 1913 & Añade claridad a la tabla periódica al introducir el  
concepto de número atómico. \\ \hline
\end{tabular}\end{center}
```

Ejemplo

El uso de \multicolumn:

PARTICULAS ATOMICAS ELEMENTALES		
Partícula	Descubridor	Año del descubrimiento
Electrón	Joseph J. Thomson*	1897
Protón	James Rutherford	1919
Neutrón	James Chadwick*	1932
Positrón	Carl D. Anderson*	1932

*Recibió el premio Nobel

```
\begin{center}
\begin{tabular}{|l|l|c|}\hline
\multicolumn{3}{|c|}{PARTICULAS ATOMICAS ELEMENTALES}\\\hline\hline
\textsf{Partícula} & \textsf{Descubridor} & \textsf{Año del descubrimiento}\\\hline
Electrón & Joseph J. Thomson* & 1897\\\hline
Protón & James Rutherford & 1919\\\hline
Neutrón & James Chadwick* & 1932\\\hline
Positrón & Carl D. Anderson* & 1932\\\hline
\multicolumn{2}{l}{\small *Recibió el premio Nobel}
\end{tabular}
\end{center}
```

Ejemplo

En la siguiente tabla se ha extendido el espacio entre columnas redefiniendo el parámetro `\tabcolsep`:

Partícula	Descubridor	Año del descubrimiento
Electrón	Joseph J. Thomson	1897
Protón	James Rutherford	1919
Neutrón	James Chadwick	1932
Positrón	Carl D. Anderson	1932

```
\begin{center}
\renewcommand{\tabcolsep}{0.6cm}
\begin{tabular}{|l|l|c|}\hline
\textsf{Partícula} & \textsf{Descubridor} & \textsf{Año del descubrimiento}\\\hline
Electrón & Joseph J. Thomson & 1897\\
Protón & James Rutherford & 1919\\
Neutrón & James Chadwick & 1932\\
Positrón & Carl D. Anderson & 1932\\\hline
\end{tabular}
\end{center}
```

Ejemplo

En la siguiente tabla se ha incrementado el espacio entre renglones en un 30%, por medio de `\renewcommand{\arraystretch}{1.3}` ([compárese con la tabla normal](#)):

PARTICULAS ATOMICAS ELEMENTALES		
Partícula	Descubridor	Año del descubrimiento
Electrón	Joseph J. Thomson	1897
Protón	James Rutherford	1919
Neutrón	James Chadwick	1932
Positrón	Carl D. Anderson	1932

```
\begin{center}
\renewcommand{\arraystretch}{1.3}
\begin{tabular}{|l|l|c|}\hline
\multicolumn{3}{|c|}{PARTICULAS ATOMICAS ELEMENTALES}\\\hline\hline
\textsf{Partícula} & \textsf{Descubridor} & \textsf{Año del descubrimiento}\\\hline
Electrón & Joseph J. Thomson & 1897\\ \hline
Protón & James Rutherford & 1919\\ \hline
Neutrón & James Chadwick & 1932\\ \hline
Positrón & Carl D. Anderson & 1932\\ \hline
\end{tabular}
\end{center}
```

Ejemplo En la siguiente tabla se ha añadido espacio vertical adicional a la primera fila, por medio de una caja de ancho nulo (compárese con la tabla normal):

PARTICULAS ATOMICAS ELEMENTALES		
Partícula	Descubridor	Año del descubrimiento
Electrón	Joseph J. Thomson	1897
Protón	James Rutherford	1919
Neutrón	James Chadwick	1932
Positrón	Carl D. Anderson	1932

```
\begin{center}
\begin{tabular}{|l|l|c|}\hline
\multicolumn{3}{|c|}{\vphantom{\Huge A} PARTICULAS ATOMICAS ELEMENTALES}\\
\hline\hline
\textsf{Partícula} & \textsf{Descubridor} & \textsf{Año del descubrimiento}\\
\hline
Electrón & Joseph J. Thomson & 1897\\ \hline
Protón & James Rutherford & 1919\\ \hline
Neutrón & James Chadwick & 1932\\ \hline
Positrón & Carl D. Anderson& 1932\\ \hline
\end{tabular}
\end{center}
```

**Ejemplo**

En la siguiente tabla se ha añadido **espacio vertical adicional** por medio del argumento opcional de **\backslash**:

Asunción	<i>asunceno</i>
Bruselas	<i>bruselense</i>
El Cairo	<i>cairota</i>
Damasco	<i>damasceno</i>
Lisboa	<i>lisboeta</i>

```
\begin{tabular}{|l|}\hline
Asunción & {\it asunceno}\\\v[2mm]
Bruselas & {\it bruselense}\\\v[2mm]
El Cairo & {\it cairota}\\\v[2mm]
Damasco & {\it damasceno}\\\v[2mm]
Lisboa & {\it lisboeta}\\\v[2mm] \hline
\end{tabular}
```

EjemploEl uso de `\arrayrulewidth`:

PARTICULAS ATOMICAS ELEMENTALES		
Partícula	Descubridor	Año del descubrimiento
Electrón	Joseph J. Thomson	1897
Protón	James Rutherford	1919
Neutrón	James Chadwick	1932
Positrón	Carl D. Anderson	1932

```
\begin{center}
\renewcommand{\arraystretch}{1.3}
\renewcommand{\arrayrulewidth}{1pt}
\begin{tabular}{|l|l|c|}\hline
\multicolumn{3}{|c|}{PARTICULAS ATOMICAS ELEMENTALES}\\\hline
\textsf{Partícula} & \textsf{Descubridor} & \textsf{Año del descubrimiento}\\\hline
Electrón & Joseph J. Thomson & 1897\\ \hline
Protón & James Rutherford & 1919\\ \hline
Neutrón & James Chadwick & 1932\\ \hline
Positrón & Carl D. Anderson & 1932\\ \hline
\end{tabular}
\end{center}
```

Ejemplo El uso de @-expresiones:

- Electrón Joseph J. Thomson 1897
- Protón James Rutherford 1919
- Neutrón James Chadwick 1932
- Positrón Carl D. Anderson 1932

```
\begin{tabular}{@{$\bullet$}\quad}l@{\hspace{2cm}}l@{\hspace{2cm}}c}  
Electrón & Joseph J. Thomson & 1897\\  
Protón & James Rutherford & 1919\\  
Neutrón & James Chadwick & 1932\\  
Positrón & Carl D. Anderson & 1932  
\end{tabular}
```

Ejemplo

Tabla con párrafos mediante el parámetro `m` del paquete `array` (compárese con el parámetro `p` estándar):

Científico	Fecha	Logro
John Dalton	1803-08	Propone la moderna teoría atómica y revive la palabra “átomo”, acuñada por el filósofo griego Demócrito.
Jakob Berzelius	1828	Publica la primera tabla de pesos atómicos, cuyos valores coinciden con los actuales, excepto para tres elementos.
D. Mendeleiev	1869	Publica su <i>Tabla Periódica de Elementos</i> , diseñada según la noción de valencia.
Henry Moseley	1913	Añade claridad a la tabla periódica al introducir el concepto de número atómico.

```
\begin{center}\begin{tabular}{|l|c|m{8cm}|}\hline
\textsf{Científico} & \textsf{Fecha} & \textsf{Logro} \\ \hline
John Dalton & 1803--08 & Propone la moderna teoría atómica y revive la palabra
“átomo”, acuñada por el filósofo griego Demócrito. \\ \hline
Jakob Berzelius & 1828 & Publica la primera tabla de pesos atómicos, cuyos valores
coinciden con los actuales, excepto para tres elementos. \\ \hline
D. Mendeleiev & 1869 & Publica su \textit{Tabla Periódica de Elementos}, diseñada
según la nocin de valencia. \\ \hline
Henry Moseley & 1913 & Añade claridad a la tabla periódica al introducir el
concepto de número atómico. \\ \hline
\end{tabular}\end{center}
```

Ejemplo

El uso de `>{algo}` y `<{algo}`: la primera columna de esta tabla aparece en itálicas, y la segunda en versalitas. Sin usar el paquete `array`, la única manera de lograr esto es escribiendo el comando de cambio de letra en *cada una* de las casillas. Gracias a `array`, podemos declarar el tipo de letra en el *formato* de la tabla.

Descubridores de las partículas elementales	
<i>Electrón</i>	JOSEPH J. THOMSON
<i>Protón</i>	JAMES RUTHERFORD
<i>Neutrón</i>	JAMES CHADWICK
<i>Positrón</i>	CARL D. ANDERSON

```
\begin{center}
\begin{tabular}{|>\it 1|>\sc c|}\hline
\multicolumn{2}{|c|}{Descubridores de las partículas elementales}\\\hline\hline
Electrón & Joseph J. Thomson \\ \hline
Protón & James Rutherford \\ \hline
Neutrón & James Chadwick \\ \hline
Positrón & Carl D. Anderson \\ \hline
\end{tabular}
\end{center}
```

**Ejemplo**

Las dos primeras columnas de la siguiente tabla son fórmulas, pero el signo \$ no se escribe en las casillas individuales, sino en el formato de la tabla.

$\Delta > 0$	$\Delta > 0$	Mínimo local en \vec{a}
$\Delta > 0$	$\Delta < 0$	Máximo local en \vec{a}
$\Delta < 0$	—	Punto de silla en \vec{a}
$\Delta = 0$	—	Indecidible

```
\begin{center}
\begin{tabular}{|>{$}c<{$}|>{$}c<{$}|l|}\hline
\Delta > 0 & \Delta>0 & Mínimo local en $\vec{a}$\\\hline
\Delta > 0 & \Delta<0 & Máximo local en $\vec{a}$\\\hline
\Delta < 0 & - & Punto de silla en $\vec{a}$\\\hline
\Delta = 0 & - & Indecidable\\\hline
\end{tabular}
\end{center}
```

Ejemplo

El uso de `\newcolumntype`: en la tabla anterior se usa repetidas veces el tipo de columna `>{$}c<{$}`, así que le daremos el nombre de M:

```
\newcolumntype{M}{>{$}c<{$}}
```

Así, la tabla anterior se puede obtener más elegantemente con el formato:

```
\begin{tabular}{|M|M|l|}\hline
```

Ejemplo

El uso del argumento opcional *posición*:

El texto de entrada

```
Frase a la izquierda de la tabla \quad  
\begin{tabular}{|c|c|c|}\hline  
Uno & Dos & Tres \\ \hline  
&&\hline  
&&\hline  
&&\hline  
\end{tabular}
```

produce

Frase a la izquierda de la tabla

Uno	Dos	Tres

Con la opción de posición *t*, `\begin{tabular}[t]{|c|c|c|}`, se obtiene

Frase a la izquierda de la tabla

Uno	Dos	Tres



Con la opción de posición **b**, `\begin{tabular}[b]{|c|c|c|}`, se obtiene

Uno	Dos	Tres

Frase a la izquierda de la tabla

Ejemplo

Para obtener mejores resultados de alineación con la opción de posición **t**, se debe usar `\firsthline` (comando del paquete `array`) en vez del primer `\hline`, y `\lasthline` en vez del último, como se muestra a continuación ([compárese con la alineación normal](#)):

```
Frase a la izquierda de la tabla \quad
\begin{tabular}[t]{|c|c|c|}\hline
Uno & Dos & Tres \\ \firsthline
&&\hline
&&\hline
&&\lasthline
\end{tabular}
```

Frase a la izquierda de la tabla

Uno	Dos	Tres



Manejo de documentos grandes

6.1 Partes o divisiones en un documento L^AT_EX

`\part[Título en el índice y en los encabezados]{Título}`

en los estilos `book` y `report` produce una página separada con el título y rótulos como ‘Part I’ (o ‘Parte I’ si se `babel`, `spanish`). Es opcional.

`\chapter[Título en el índice y en los encabezados]{Título}`

no está definido en el estilo `article`.

`\section[Título en el índice y en los encabezados]{Título}`

subdivisión de `\chapter`.

`\subsection[Título en el índice y en los encabezados]{Título}`

subdivisión de `\section`.

`\subsubsection[Título en el índice y en los encabezados]{Título}`

subdivisión de `\subsection`.

`\paragraph[Título en el índice y en los encabezados]{Título}`

subdivisión de `\subsubsection`. Produce títulos del tamaño de las subsecciones, pero sin numeración.

`\ subparagraph[Título en el índice y en los encabezados]{Título}`

subdivisión de `\paragraph`. Produce títulos del tamaño de las subsecciones, pero sin numeración.

- ☞ El *Título en el índice y en los encabezados* es opcional.
- ☞ Los anteriores comandos tienen “versiones estrella” (`\chapter*`, `\section*`, etc) que crean divisiones no numeradas. Éstas no se incluyen en la **tabla de contenido** ni en los **encabezados**. Tampoco admiten el argumento opcional.
- ☞ Además de las anteriores subdivisiones, los estilos `book` y `report` distinguen (de manera opcional) tres amplias divisiones:

`\frontmatter` se usa para el prefacio, el prólogo, etc. Las páginas se numeren con números romanos i, ii, iii, ... (o I, II, III, ...) con el paquete `babel`, `spanish`). Los capítulos creados con `\chapter` no se numeran (aunque sí aparecen en la tabla de contenido).

`\mainmatter` contiene la parte central del documento; las páginas se numeran con números arábigos. Los **apéndices** también se incluyen en esta parte.

`\backmatter` se usa para el índice alfabético, la bibliografía, etc. Los capítulos creados con `\chapter` no se numeran (aunque sí aparecen en la tabla de contenido).

- ☞ Las instrucciones `\frontmatter`, `\mainmatter` y `\backmatter` se deben escribir después de `\begin{document}`.

6.2 Numeración de las partes o divisiones

Por defecto, se numeran únicamente las divisiones de `nivel` igual o menor que 2. Este número es el valor del **contador** `secnumdepth`, que se puede modificar por medio de `\setcounter`.

6.3 El documento raíz

Para mayor eficiencia en el manejo de documentos grandes, L^AT_EX permite sub-dividir un documento en la siguiente forma:

1. Un documento raíz que contiene el **preámbulo** del documento y los comandos de estructura y formato.
2. Varios documentos subsidiarios que contienen el texto mismo del documento. Estos documentos no tienen **preámbulo**; en particular, no contienen las instrucciones `\begin{document}` y `\end{document}`.



El único archivo que se procesa es el documento raíz. Para incluir los documentos subsidiarios se usan las siguientes instrucciones:

`\include{archivo}` incluye el *archivo* especificado , iniciando una nueva página. Se debe escribir siempre después de `\begin{document}`. El *archivo* invocado no puede contener otros comandos `\include`.

`\includeonly{archivos}` L^AT_EX procesa únicamente los *archivos* indicados (que deben estar separados por comas), pero mantiene la numeración de páginas, capítulos, secciones, ecuaciones, etc, y todas las referencias cruzadas.  Esta instrucción debe aparecer en el **preámbulo** del documento raíz.

`\input{archivo}` incluye el *archivo*. A diferencia de `\include`, el *archivo* invocado no inicia una nueva página y puede contener otros comandos `\input`, pero no hay un mecanismo de exclusión similar a `\includeonly`.



El paquete **subfiles** ofrece otra alternativa para el manejo de un documento raíz con documentos subsidiarios. Se describe en la sección 13.10 del libro.

6.4 Apéndices

`\appendix` cambia la forma en que se numeran los capítulos, secciones y demás. En los estilos `report` y `book`, los capítulos bajo `\appendix` se numeran en la forma ‘Appendix A’, ‘Appendix B’, ... (o ‘Apéndice A’, ‘Apéndice B’, ... , si se usa `babel`, `spanish`). Las secciones se numeran A.1, A.2, ... , y las subsecciones A.1.1, A.1.2, En el estilo `article`, las secciones se numeran en la forma A, B, C, ... , y las subsecciones A.1, A.2, A.3,..., B.1, B.2,

- ☞ El comando `\appendix` no genera texto alguno ni tiene otro propósito que el explicado arriba.

6.5 Redefinición de títulos o rótulos

El usuario puede escoger un nombre alternativo para los [rótulos automáticos](#), redefiniendo con `\renewcommand` los [comandos que controlan los nombres](#). Es preferible hacerlo después de la instrucción `\begin{document}`, para asegurarse de que ningún paquete re-defina los comandos.



- ☞ Tema relacionado: [rótulos y epígrafes para tablas y gráficas](#).

6.6 Tabla de contenido o índice general

`\tableofcontents` genera la tabla de contenido o índice general del documento, bajo el rótulo ‘Table of Contents’, o ‘Índice general’ si se usa `babel`, (`spanish`). Cada vez que se añada o modifique alguna `división` al documento, éste debe procesarse por lo menos *dos* veces, para que la tabla de contenido quede actualizada. Además, si en alguna de las divisiones se especifica el argumento opcional, éste aparecerá impreso en la tabla de contenido. Para manejar la información, L^AT_EX crea un archivo auxiliar con extensión `toc`.

`\addcontentsline{toc}{Unidad divisional}{Título}` añade el *Título* a la tabla de contenido. La *Unidad divisional* es una las `divisiones` (`part`, `chapter`, etc, sin el ‘\’). Este comando se usa generalmente en conjunción con las “`versiones estrella`” de los comandos de división, y no modifica la numeración ya existente.

`\addtocontents{toc}{algo}` añade *algo* (texto, espacio vertical, etc) a la tabla de contenido, *sin* el correspondiente número de página.

6.7 Índices de tablas y figuras

`\listoftables` genera el índice de tablas del documento, bajo el rótulo ‘List of Tables’ (o ‘Índice de cuadros’ si se usa `babel`, `spanish`). La información proviene del comando `\caption` utilizado en cada entorno `table`.

`\listoffigures` genera el índice de figuras del documento, bajo el rótulo ‘List of Figures’ (o ‘Índice de figuras’ si se usa `babel`, `spanish`). La información proviene del comando `\caption` utilizado en cada entorno `figure`.

Si no se usa `\caption` al incluir en el documento fuente una determinada tabla o figura, dicha tabla o figura no aparecerá automáticamente en el índice correspondiente. En esos casos se pueden usar los siguientes comandos:

`\addcontentsline{lot}{table}{texto}` añade el *texto*, y el número de página correspondiente, al índice de tablas.

`\addcontentsline{lof}{figure}{texto}` añade el *texto*, y el número de página correspondiente, al índice de figuras.

`\addtocontents{lot}{algo}` añade *algo* al índice de tablas, *sin* el correspondiente número de página.

`\addtocontents{lof}{algo}` añade *algo* al índice de figuras, *sin* el correspondiente número de página.

- ☞ El *texto* añadido con `\addcontentsline` puede incluir tanto el número que se quiera para la tabla o figura, como su rótulo o epígrafe. Al añadir numeración a las tablas o a las figuras en los respectivos índices, hay que proceder con cierta cautela. Concretamente, hay que hacerlo en la siguiente forma: `\protect\numberline{número}{rótulo}`.

6.8 Elaboración manual de índices alfabéticos

En los estilos `article`, `book` y `report`, el entorno `theindex` produce el índice alfabético mediante los siguientes comandos:

`\item término páginas` introduce un **término** y sus *páginas* en el índice.

`\subitem término páginas` introduce un **término** subsidiario de segundo nivel y sus *páginas*.

`\subsubitem término páginas` introduce un **término** de tercer nivel y sus *páginas*.

`\indexspace` produce un espacio vertical extra entre términos.

- ☞ El índice generado por el entorno `theindex` se imprime a dos columnas, en una página nueva y bajo el rótulo ‘Index’ (o ‘Índice alfabético’ si se usa `babel`, `spanish`).
- ☞ En el entorno `theindex` no se admiten subdivisiones de nivel inferior a `\subsubitem`.

6.9 Elaboración de índices alfabéticos con el programa *MakeIndex*

El paquete `makeidx` de L^AT_EX 2_ε y el programa *MakeIndex*  simplifican la tarea de elaborar el índice alfabético de un documento grande, ordenando alfabéticamente los términos o vocablos y generando los números de las páginas. El usuario utiliza el comando `\index` para señalar los términos que quiera listar en el índice.

Los cinco [pasos](#) a seguir para crear el índice alfabético de un documento típico `doc.tex` son:

1. Escribir, en el [preámbulo](#) de `doc.tex`, las instrucciones:

```
\usepackage{makeidx}  
\makeindex
```

2. Escribir `\printindex` en el sitio de `doc.tex` en el que se desea imprimir el índice.
3. Procesar `doc.tex` con L^AT_EX, en la forma usual. Se creará el archivo `doc.idx`, que contiene la información de los comandos `\index`.



4. Correr el programa *MakeIndex* con el archivo `doc.idx` (la ejecución típica desde la línea de comandos es: `makeindex doc.idx`). Se genera el archivo `doc.ind` con los términos y subtérminos ordenados alfabéticamente, y los números de las páginas escritos en orden creciente. El archivo `doc.ind` tiene la estructura del entorno `theindex`.



Para información más detallada acerca de *MakeIndex* y de los mensajes emitidos durante su ejecución, véanse las páginas 195 y 196 del libro. Véanse también las `opciones` de ejecución de *MakeIndex*.

5. Finalmente, procesar de nuevo `doc.tex` con L^AT_EX. El archivo `doc.dvi` mostrará el índice alfabético.

6.9.1 El uso del comando `\index`



Para una descripción más detallada de los siguientes tópicos, véase la sección 6.9.1 del libro.

Caso simple. `\index{término}` incluye el *término* en el índice, con su respectivo número de página.





Sub-términos. `\index{término ! sub término}` lista términos subsidiarios de segundo nivel. Para listar términos subsidiarios de tercer nivel se escribe `\index{término ! sub término ! sub-sub término}`.

Referencias múltiples. Un mismo concepto puede aparecer listado en el índice bajo dos o más términos diferentes; esto se logra usando tantos comandos `\index` como se deseé.

Expresiones varias. `\index{palabra1@palabra2}` hace que la *palabra2* aparezca en el índice en la posición alfabética de la *palabra1*.

Rangos de páginas. `\index{...|()}` e `\index{...|)}` especifican un rango de páginas.

Números en cursiva o negrilla. `\index{...|textit}` hace que el número de página aparezca en cursiva. Análogamente, `\index{...|textbf}` produce números en negrilla e `\index{...|textsf}` en letra *sans serif*.

Referencias cruzadas. `\index{...|see{...}}` produce en el índice la expresión ‘see’ (o ‘véase’ si se usa `babel`, `spanish`).

Los símbolos especiales !, @, |. Para que aparezcan explícitamente en el índice, se debe escribir " antes de estos símbolos en el argumento de `\index`.

- ☞ Los comandos `\index` son ignorados si no aparece la instrucción `\makeindex` en el preámbulo del documento.
- ☞ En el argumento de `\index` los espacios son tenidos en cuenta ya que *MakeIndex* trata el espacio en blanco `\` como un símbolo. Por ejemplo, `\index{conjunto}`, `\index{\conjunto}` e `\index{conjunto\ }` producen en el índice tres términos diferentes.
- ☞ *MakeIndex* distingue las letras mayúsculas de las minúsculas. Así, las instrucciones `\index{conjunto}`, `\index{Conjunto}` e `\index{CONJUNTO}` producen tres términos diferentes en el índice.
- ☞ Los símbolos acentuados como á, é, ñ, etc se pueden usar libremente en el argumento de `\index` (si se ha cargado el paquete `inputenc`) pero son “traducidos” por L^AT_EX en las instrucciones `\'a`, `\'e`, `\~n`, etc. Por lo tanto, si hay tildes, es necesario indicarle a *MakeIndex* la posición alfabética deseada. Así por ejemplo, si el vocablo ‘álgebra’ se va a incluir en el índice, debemos escribir `\index{algebra@álgebra}` o `\index{algebra@\\'algebra}`, y no simplemente `\index{álgebra}` o `\index{\\'algebra}`.



6.9.2 Rastreo de los comandos \index

L^AT_EX ofrece dos herramientas para rastrear los comandos `\index` de un documento:

1. El paquete `showidx`. Al escribir `\usepackage{showidx}`, los términos indexados con `\index` aparecen en los márgenes del documento `dvi`.
2. El archivo `idx.tex`. Al procesar este archivo, escribiendo los datos que L^AT_EX pide de manera interactiva, se obtiene el archivo `idx.dvi` con la lista de los términos y sub-términos indexados con `\index`.

6.9.3 Opciones del programa *MakeIndex*

- `-c` habilita la compresión de espacios en blanco, es decir, *MakeIndex* ignora los `espacios en blanco en el argumento de \index`.
- `-l` ordena los términos teniendo en cuenta sólo las letras (los espacios entre palabras son ignorados).
- `-r` inhabilita la formación de rangos de páginas.



-p n hace que el índice se imprima a partir de una página numerada con el número *n*.



Para mayor información sobre la ejecución y las opciones de *MakeIndex*, consúltese la página 203 del libro.

6.9.4 Índices múltiples con el paquete **multind**

El paquete **multind**  extiende los comandos del paquete **makeidx**, adicionándoles argumentos extra que permiten crear varios índices independientes.

```
\makeindex{nombre del índice}
\index{nombre del índice}{término}
\printindex{nombre del índice}{título del índice}
```

Para usar **multind** junto con *MakeIndex* se siguen los mismos cinco **pasos utilizados para un índice normal**, pero con las siguientes diferencias:

- Se debe cargar el paquete **multind** en lugar del paquete **makeidx** (los dos paquetes no pueden coexistir).



- Se debe correr *MakeIndex* de manera independiente con cada uno de los índices creados.

6.10 Bibliografías con el programa BIBT_EX

El programa BIBT_EX  ayuda a producir la **bibliografía** en documentos L^AT_EX. El usuario hace referencia a las diferentes publicaciones con el comando **\cite**.

Los pasos a seguir para producir la bibliografía de un documento típico `doc.tex` son:

1. Crear uno o varios documentos con extensión `bib`, que contienen los datos bibliográficos, siguiendo el **formato requerido**. A manera de ejemplo, suponemos que se han creado dos archivos, `biblio1.bib` y `biblio2.bib`.
2. En el documento fuente `doc.tex`, escribir la instrucción

```
\bibliography{archivos bib}
```

en el sitio exacto en el que se desea imprimir la bibliografía. No se deben escribir las extensiones de los *archivos bib* ni dejar espacios en blanco entre las comas. En el caso que nos concierne, escribiremos la instrucción `\bibliography{biblio1,biblio2}`.

3. En el documento fuente `doc.tex`, escribir la instrucción

```
\bibliographystyle{estilo}
```



después de `\begin{document}`.

4. Procesar con L^AT_EX el documento fuente, en la forma usual.
5. Correr el programa BIBT_EX con el archivo `doc.aux` (la ejecución típica desde la línea de comandos es: `bibtex doc`). BIBT_EX genera los archivos `doc.bbl` y `doc.blg`.



Para información más detallada acerca del programa externo BIBT_EX y su ejecución, véanse las páginas 206 y 207 del libro.

6. Finalmente, el documento `doc.tex` debe ser procesado por L^AT_EX dos veces más y el documento `doc.dvi` mostrará la bibliografía impresa, en una página nueva, bajo los **títulos o rótulos** de ‘Bibliography’ o ‘References’, en inglés, y ‘Bibliografía’ o ‘Referencias’, si se usa `babel (spanish)`.

- ☞ La bibliografía también puede contener publicaciones no citadas en el texto, es decir, publicaciones para las cuales no haya un `\cite`. Estas publicaciones se incluyen con el comando `\nocite{clave}`, que se escribe después de `\begin{document}`.
- ☞ Se puede escribir `\nocite{*}` para incluir *todas* las publicaciones de la base de datos del archivo o archivos `.bib`.





6.10.1 Formato de un archivo ‘—.bib’

Los archivos con extensión `bib` contienen las bases de datos utilizadas por BIBT_EX para generar la bibliografía. El formato de cada publicación es:

```
@TIPO{clave, campos}
```

La `clave` es la que se usa en el comando `\cite`. Los campos se escriben en cualquier orden, separados por comas. Cada uno debe ir seguido del símbolo `=` y el texto del campo encerrado entre comillas o entre corchetes. Otros detalles:

- Las letras mayúsculas en los tipos de publicación son opcionales. Así, se puede escribir `@BOOK` o `@Book` o `@book`.
- Dos o más autores se separan con `and`.
- BIBT_EX no acepta caracteres acentuados. Se deben usar los [comandos para acentos](#), pero encerrados entre corchetes (por ejemplo, `G{"o}del`, `Col{'o}n`, `c{'\i}trico`).



Aspectos y detalles adicionales en las páginas 207–210 del libro.

☞ Véase un [archivo .bib de muestra](#).



6.10.2 Estilos bibliográficos

El *estilo* representa el aspecto final de la lista bibliográfica y se escoge con la instrucción `\bibliographystyle{estilo}`. L^AT_EX tiene cuatro **estilos básicos**, que no necesitan instalación previa. Existen además decenas de estilos, creados por diversas instituciones académicas y comerciales. Entre éstos se destacan ciertos **estilos adicionales**, usualmente incluidos en las distribuciones de L^AT_EX 2_E.



Para más detalles se remite al lector a la página 212 del libro.

6.10.3 Estilos bibliográficos autor-año

En las ciencias naturales y en las ciencias humanas predomina el denominado “estilo autor-año” para la bibliografía: no hay etiquetas en la lista de publicaciones, y las citas internas se hacen con o sin paréntesis circulares; por ejemplo, (Scott, 1992) o Scott (1992).

Hay algunos paquetes especiales que permiten citas y bibliografía en el estilo autor-año, entre los que se destacan `natbib`, `achicago` y `harvard`.

Comando o entorno	Rótulo obtenido por defecto	Rótulo obtenido con babel [spanish]
<code>abstract</code> (entorno)	Abstract	Resumen
<code>\appendix</code>	Appendix (book)	Apéndice (book)
<code>\chapter</code>	Chapter	Capítulo
<code>figure</code> (entorno)	Figure	Figura
<code>\listoffigures</code>	List of Figures	Índice de figuras
<code>\listoftables</code>	List of Tables	Índice de cuadros
<code>\makeindex</code> y <code>\theindex</code> (entorno)	Index	Índice alfabético Índice (article)
<code>proof</code> (entorno) 	Proof	Demostración
<code>\part</code>	Part	Parte
<code>table</code> (entorno)	Table	Cuadro
<code>\tableofcontents</code>	Table of Contents	Índice general
<code>\thebibliography</code> (entorno)	References (article) Bibliography (book)	Referencias (article) Bibliografía (book)

Comandos o entornos con rótulos redefinibles.
también los [comandos que controlan estos rótulos](#).

Véanse



Tabla 6.1

Comando o entorno	Comando que controla el nombre o rótulo
<code>abstract</code> (entorno)	<code>\abstractname</code>
<code>\appendix</code>	<code>\appendixname</code>
<code>\chapter</code>	<code>\chaptername</code>
<code>figure</code> (entorno)	<code>\figurename</code>
<code>\listoffigures</code>	<code>\listfigurename</code>
<code>\listoftables</code>	<code>\listtablename</code>
<code>\makeindex</code>	<code>\indexname</code>
<code>theindex</code> (entorno)	<code>\indexname</code>
<code>proof</code> (entorno) 	<code>\proofname</code>
<code>\part</code>	<code>\partname</code>
<code>table</code> (entorno)	<code>\tablename</code>
<code>\tableofcontents</code>	<code>\contentsname</code>
<code>thebibliography</code> (entorno)	<code>\refname</code> (article) <code>\bibname</code> (book)

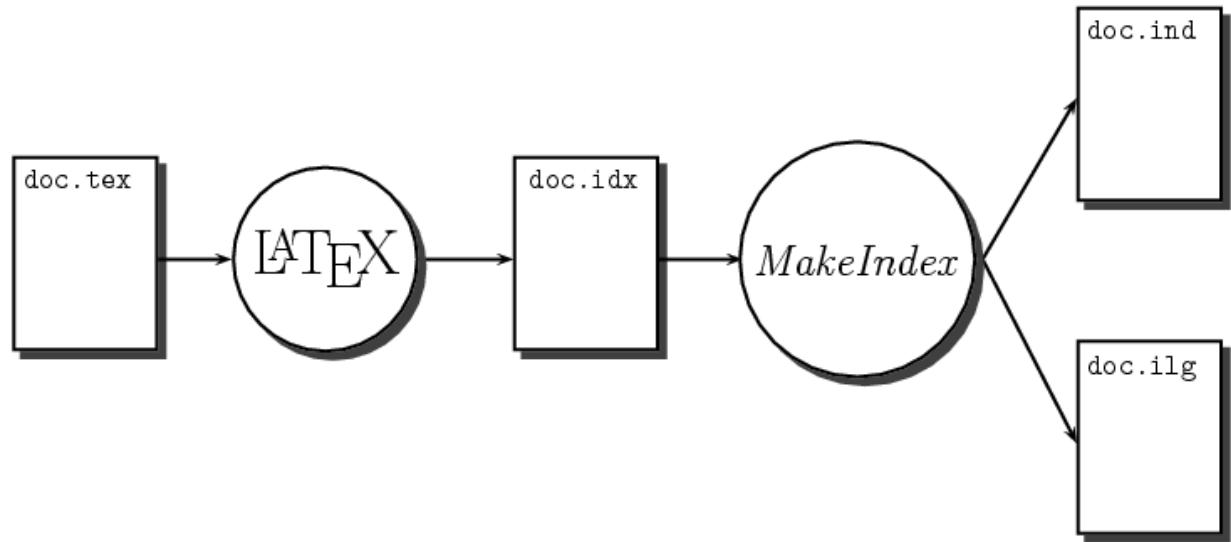
Comandos que controlan los nombres de los **rótulos**. Véanse también los **rótulos obtenidos por defecto**.



Tabla 6.2

Estilo	part	chapter	section	subsection	subsubsection
book o report	-1	0	1	2	3
article	0	no existe	1	2	3

Niveles de las **partes o divisiones** de un documento L^AT_EX. Las divisiones \paragraph y \ subparagraph tienen niveles 4 y 5.



L^AT_EX y *MakeIndex* en acción.



FIGURA 7.1

ARTICLE  Artículo publicado en una revista o publicación periódica.

BOOK  Libro publicado por una editorial o institución.

BOOKLET  Trabajo publicado pero no patrocinado por ninguna editorial ni institución.

INBOOK  Parte de un libro, tal como un capítulo o rango de páginas.

INCOLLECTION  Parte, con título propio, de un libro.

INPROCEEDINGS  Artículo publicado en las memorias (*proceedings*) de un simposio o coloquio.

MANUAL  Documentación técnica.

MASTERTHESIS  Tesis a nivel de Maestría o Magister.

MISC  Publicación miscelánea que no corresponde a ninguno de los otros tipos.

PHDTHESES  Tesis a nivel de Doctorado o Ph.D.

PROCEEDINGS  Memorias (*proceedings*) de un simposio o coloquio.

TECHREPORT  Reporte o informe técnico publicado por una institución.

UNPUBLISHED  Trabajo que no ha sido formalmente publicado, pero con autor y título.

Tipos de publicación para **archivos .bib**. BIBT_EX ignora los campos no pertinentes y emite una advertencia (*warning*) si falta alguno de los obligatorios.

plain Estilo “simple”: los items se ordenan por autor y se enumeran con etiquetas entre paréntesis angulares.

unsrt Los items son listados en el orden de citación, con etiquetas numéricas entre paréntesis angulares.

alpha Los items se ordenan por autores, con etiquetas formadas por abreviaciones de los nombres de los autores y el año de publicación. Las etiquetas aparecen entre paréntesis angulares.

abbrv Similar al estilo **plain** pero con etiquetas formadas por abreviaciones de los nombres de los autores.

Estilos bibliográficos básicos de L^AT_EX. Véanse también los [estilos adicionales](#).

acm Estilo de la *Association for Computer Machinery*. Los items se ordenan alfabéticamente por autores, con etiquetas numéricas. Los nombres de los autores aparecen en versalitas.

amsplain Estilo de la *American Mathematical Society*, estándar en la literatura matemática. Los items se ordenan alfabéticamente por autores, con etiquetas numéricas.

amsalpha Similar al estilo **amsplain** pero con etiquetas formadas por abreviaciones de los nombres de los autores y el año de publicación.

apalike Estilo similar al de la *American Psychology Association*. Los items se ordenan por autores, con etiquetas formadas por los apellidos completos de los autores y el año de publicación.

siam Estilo de la *Society for Industrial and Applied Mathematics*. Similar al estilo **amsplain** pero con iniciales de los nombres y los apellidos en versalitas.

Estilos bibliográficos adicionales de la distribución estándar de L^AT_EX 2_ε. Véanse también los [estilos básicos](#).

Ejemplo

Si un libro consta de un prefacio, una introducción, cuatro capítulos y dos apéndices, podemos sub-dividirlo en nueve documentos: un documento raíz, que llamaremos `libro.tex`, y ocho documentos subsidiarios, `pref.tex`, `intro.tex`, `cap1.tex`, `cap2.tex`, `cap3.tex`, `cap4.tex`, `apend1.tex` y `apend2.tex`. El documento raíz, `libro.tex`, puede tener entonces el siguiente aspecto:

```
\documentclass[12pt]{book}
:
\begin{document}
\frontmatter
\include{pref}
\mainmatter
\include{intro}
\include{cap1}
\include{cap2}
\include{cap3}
\include{cap4}
\appendix
\include{apend1}
\include{apend2}
\end{document}
```

} \Leftarrow *preámbulo*

Ejemplo

El uso de `\includeonly`: con referencia al ejemplo anterior, si se escribe

```
\includeonly{cap2,cap4,apen1}
```

en el preámbulo de `libro.tex`, L^AT_EX procesará sólo los capítulos 2 y 4 y el apéndice 1.

Ejemplo Redefinición de rótulos:

Con el paquete **babel**, opción **spanish**, se obtiene el rótulo ‘Cuadro’ para las tablas. Si el usuario prefiere la denominación ‘Tabla’, debe redefinir el comando **\tablename**:

```
\renewcommand{\tablename}{Tabla}
```

Análogamente, con **babel**, opción **spanish**, se obtiene el título ‘Índice de cuadros’ al usar el comando **\listoftables**. Si se prefiere el título ‘Índice de tablas’ hay que redefinir el comando **\listtablename** así:

```
\renewcommand{\listtablename}{Índice de tablas}
```

Ejemplo Con el paquete **babel**, opción **spanish**, se obtiene el título ‘Índice general’ al usar la instrucción **\tableofcontents**. Si el usuario prefiere ‘Contenido’, debe redefinir **\contentsname**:

```
\renewcommand{\contentsname}{Contenido}
```

Ejemplo El uso de `\addcontentsline{toc}`:

La sección creada a continuación no aparecerá en el **índice general** (debido al uso de `*`), pero podemos forzar su inclusión, junto con el número de la página en que se inicia, escribiendo:

```
\section*{Testimonios antiguos}  
\addcontentsline{toc}{section}{Testimonios antiguos}
```

Ejemplo El uso de `\addtocontents`:

Las instrucciones siguientes hacen que la sección ‘Técnicas de rastreo espectral’ aparezca normalmente en el **índice general**, pero con el comentario ‘Lectura opcional’ escrito en el renglón siguiente.

```
\section{Técnicas de rastreo espectral}  
\addtocontents{toc}{Lectura opcional}
```

Ejemplo El uso de `\addcontentsline{lot}`:

```
\addcontentsline{lot}{table}{\protect\numberline{4.3}{Datos}}
```

hace que se añada la siguiente línea en el índice de tablas (suponiendo que ese comando aparece en la página 78):

4.3 Datos..... 78

Ejemplo

El uso del entorno `theindex`. El título ‘Índice alfabético’ se obtiene, en realidad, en el tamaño de letra utilizado por L^AT_EX para los títulos de los capítulos.

```
\begin{theindex}
    :
\item número 2, 5
\subitem complejo 17, 58--63
\subitem entero 9
\subitem primo 22, 27
\subsubitem irregular 29, 32, 45
\subsubitem regular 28, 32
    real 3, 42, 47
\indexspace
\item orden 3, 95--103
\subitem parcial 96
\subitem total 99, 100
    :
\end{theindex}
```

Índice alfabético

:

número 2, 5
complejo 17, 58–63
entero 9
primo 22, 27
irregular 29, 32, 45
regular 28, 32
racional 37, 41
real 3, 42, 47

orden 3, 95–103
parcial 96
total 99, 100

:

El uso de \index.

Ejemplo Caso simple.

Según la concepción de Darwin,\index{Darwin, Charles} la evolución\index{evolución} biológica es el resultado de la selección natural\index{selección natural}.

Ejemplo Sub-términos.

Siguiendo a Kummer, un número primo \$p\$ se dice que es regular\index{número!primo!regular} si \$p\$ no divide a \$h(p)\$.	número ⋮ ⋮ ⋮ ⋮ ⋮
	primo
	regular, 35
	⋮



:

Ejemplo Referencias múltiples.

Según la concepción de Darwin,
la evolución biológica%
 \index{evolución} %
 \index{teoría!evolutiva} %
es el resultado de la selección natural.

evolución, 92

:

teoría, 92

:

evolutiva, 92

:

Ejemplo Expresiones varias.

\index{pi@\pi\$} hace que el símbolo π aparezca en la posición alfabética determinada por ‘pi’. Si se escribe simplemente \index{\$\pi\$}, el símbolo π aparecerá listado antes de cualquier otra palabra ya que, en el orden alfabético utilizado por *MakeIndex*, \$ antecede a todas las letras del alfabeto.

\index{software@\textit{software}} hace que la palabra *software* (en itálicas) aparezca en el índice.





Ejemplo Rangos de páginas.

```
\index{número!primo|()}\dots\número  
:\dots  
(varias páginas)\dots\número  
:\dots  
\index{número!primo|})\dots\número  
:\dots  
primo, 26–37
```

Ejemplo Números en negrilla.

```
(página 13)...\index{número!real|textbf}\dots\número  
:\dots  
(página 32)...\index{número!complejo|textbf}\dots\número  
:\dots  
complejo, 32, 35  
real, 4, 13, 16–28  
:\dots
```

Ejemplo Rangos de páginas en cursiva.

```
(página 93)...\index{compacidad|(textit}\dots\número  
:\dots  
(página 117)...\index{compacidad|)textit}\dots\número  
:\dots  
compacidad, 93–117
```



**Ejemplo**

Referencias cruzadas.

(Habiendo cargado **babel**, opción **spanish**)

```
\index{continuidad|see{función continua}}
```

continuidad, véase función continua

⋮
⋮

Ejemplo

Los símbolos especiales !, @, |.

```
\index{Eureka!"!}
```

 para listar en el índice la expresión Eureka!

```
\index{valor@"$|x|$"}
```

 para listar la expresión $|x|$ en la posición ‘valor’.

Ejemplo

El uso de `multind` y `MakeIndex`: Supóngase que queremos dos índices independientes en el documento `doc.tex`, escrito con el estilo `book`. El primer índice se llama `autores` y el segundo `conceps`. El documento `doc.tex` tiene el siguiente aspecto:

```
\documentclass[12pt]{book}
...
\usepackage{multind}
...
\makeindex{autores}
\makeindex{conceps}
\begin{document}
...
\printindex{autores}{Índice de autores}
\printindex{conceps}{Índice de conceptos}
\end{document}
```

El usuario utiliza el comando `\index` cuidándose de especificar el índice respectivo:

`\index{autores}{término}` o bien `\index{conceps}{término}`

Al procesar `doc.tex`, L^AT_EX crea dos archivos de índices: `autores.idx` y `conceps.idx`. Para cada uno se ejecuta `MakeIndex`:

`makeindex autores.idx`

y

`makeindex conceps.idx`

Finalmente, `doc.tex` se procesa una vez más con L^AT_EX.

Ejemplo

Archivo .bib de muestra:

```
@BOOK{knuth-alg,
    author = "Donald E. Knuth",
    title = "Fundamental {A}lgorithms",
    publisher = "Addison-Wesley",
    year = "1973"}
@INBOOK{apostol,
    title = "Mathematical {A}nalysis",
    author = "Tom M. Apostol",
    publisher = "Addison Wesley Publishing Co.",
    edition = "Second",
    year = 1977,
    chapter = "16"}
@PHDTHESIS{buss,
    author = "Sam Buss",
    title = "Bounded Arithmetic",
    school = "Princeton University",
    month = "July",
    year = "1986",
    note = "to be published by Bibliopolis, Inc."}
@TECHREPORT{tay-wiles,
    author = "R. Taylor and A. Wiles",
    title = "Ring theoretic properties of certain {H}ecke algebras",
    institution = "Department of Mathematics, Princeton University",
    month = "October",
    year = "1994",
    number = "PRIN-M94-56"}
```

```
@INCOLLECTION{perciv,
    author = "Percival, Ian",
    title = "Integrable and nonintegrable {H}amiltonian systems",
    booktitle = "Nonlinear dynamics aspects of particle
accelerators",
    pages = "12--36",
    series = "Lecture Notes in Phys",
    volume = "247",
    publisher = "Springer Verlag",
    address = "Berlin-New York",
    year = "1986"}
@PROCEEDINGS{coloquio,
    title = "Evolution, games and learning. {P}roceedings of the fifth
annual international conference, {L}os {A}lamos, {N.M.}",
    editor = "Farmer, Doyne and Lapedes, Alan and Packard, Norman",
    year = "1986",
    publisher = "North-Holland Publishing Co"}
@INPROCEEDINGS{complexity,
    crossref = "coloquio",
    author = "B. A. Huberman and T. Hogg",
    title = "Complexity and adaptation",
    pages = "376--384"}
@ARTICLE{bardeen-zumino,
    author = "Bardeen, William and Zumino, Bruno",
    title = "Consistent and covariant anomalies in gauge and gravitational theories",
    year = "1984",
    journal = "Nuclear-Phys. B",
```

```
volume = "224",
number = "2",
pages = "421--453"}
@ARTICLE{godel,
author = "Kurt G\"odel",
title = "On formally undecidable propositions of
          \emph{Principia Mathematica} and related systems {I}",
journal = "Mon. f\"ur Math. und Physik",
volume = "38",
pages = "173--198",
year = "1931"}
```

Véase el resultado de ejecutar BIB_TE_X sobre este archivo, en los [estilos bibliográficos alpha](#), [amsplain](#) y [achicago](#).

**Ejemplo**

La base de datos del archivo `.bib` de muestra, en el estilo `amsplain`:

- [1] Tom M. Apostol, *Mathematical Analysis*, second ed., ch. 16, Addison Wesley Publishing Co., 1977.
- [2] William Bardeen and Bruno Zumino, *Consistent and covariant anomalies in gauge and gravitational theories*, Nuclear-Phys. B, **224** (1984), no. 2, 421–453.
- [3] Sam Buss, *Bounded Arithmetic*, Ph.D. thesis, Princeton University, July 1986, to be published by Bibliopolis, Inc.
- [4] Doyne Farmer, Alan Lapedes, and Norman Packard (eds.), *Evolution, games and learning. Proceedings of the fifth annual international conference, Los Alamos, N.M.*, North-Holland Publishing Co, 1986.
- [5] Kurt Gödel, *On formally undecidable propositions of Principia Mathematica and related systems I*, Mon. für Math. und Physik, **38** (1931), 173–198.
- [6] B. A. Huberman and T. Hogg, *Complexity and adaptation*, In Farmer et al. [4], pp. 376–384.
- [7] Donald E. Knuth, *Fundamental Algorithms*, Addison-Wesley, 1973.
- [8] Ian Percival, *Integrable and nonintegrable Hamiltonian systems*, Nonlinear dynamics aspects of particle accelerators, Lecture Notes in Phys, vol. 247, Springer Verlag, Berlin-New York, 1986 pp. 12–36.
- [9] R. Taylor and A. Wiles, *Ring theoretic properties of certain Hecke algebras*, Tech. Report PRIN-M94-56, Department of Mathematics, Princeton University, October 1994.



Ejemplo

La base de datos del archivo `.bib` de muestra, en el estilo `alpha`:

- [Apo77] Tom M. Apostol. *Mathematical Analysis*, chapter 16. Addison Wesley Publishing Co., second edition, 1977.
- [Bus86] Sam Buss. *Bounded Arithmetic*. PhD thesis, Princeton University, July 1986. To be published by Bibliopolis, Inc.
- [BZ84] William Bardeen and Bruno Zumino. Consistent and covariant anomalies in gauge and gravitational theories. *Nuclear-Phys. B*, 224(2):421–453, 1984.
- [FLP86] Doyne Farmer, Alan Lapedes, and Norman Packard, editors. *Evolution, games and learning. Proceedings of the fifth annual international conference, Los Alamos, N.M.* North-Holland Publishing Co, 1986.
- [Göd31] Kurt Gödel. On formally undecidable propositions of *Principia Mathematica* and related systems I. *Mon. für Math. und Physik*, 38:173–198, 1931.
- [HH86] B. A. Huberman and T. Hogg. Complexity and adaptation. In Farmer et al. [Farmer et al., 1986], pages 376–384.
- [Knu73] Donald E. Knuth. *Fundamental Algorithms*. Addison-Wesley, 1973.
- [Per86] Ian Percival. Integrable and nonintegrable Hamiltonian systems. In *Nonlinear dynamics aspects of particle accelerators*, volume 247 of *Lecture Notes in Phys*, pages 12–36. Springer Verlag, Berlin-New York, 1986.
- [TW94] R. Taylor and A. Wiles. Ring theoretic properties of certain Hecke algebras. Technical Report PRIN-M94-56, Department of Mathematics, Princeton University, October 1994.

**Ejemplo**

El uso del paquete **achicago**: El paquete se carga con \usepackage y el estilo propio del paquete se invoca con \bibliographystyle{achicago}.

Comandos para citaciones dentro del texto (las claves `godel` y `tay-wiles` corresponden al archivo .bib de muestra):

\cite{tay-wiles}	⇒ (Taylor and Wiles 1994)
\cite[page~12]{tay-wiles}	⇒ (Taylor and Wiles 1994, page 12)
\citeNP{tay-wiles}	⇒ Taylor and Wiles 1994
\citeA{tay-wiles}	⇒ (Taylor and Wiles)
\cite{godel,tay-wiles}	⇒ (Gödel 1931; Taylor and Wiles 1994)
\citeANP{tay-wiles}	⇒ Taylor and Wiles

La base de datos del archivo .bib de muestra, en el estilo **achicago**:

Apostol, Tom M. 1977. Chapter 16 of *Mathematical Analysis*, Second. Addison Wesley Publishing Co.

Bardeen, William, and Bruno Zumino. 1984. “Consistent and covariant anomalies in gauge and gravitational theories.” *Nuclear-Phys. B* 224 (2): 421–453.

Buss, Sam. 1986, July. “Bounded Arithmetic.” Ph.D. diss., Princeton University. to be published by Bibliopolis, Inc.

Farmer, Doyne, Alan Lapedes, and Norman Packard, eds. 1986. *Evolution, games and learning. Proceedings of the fifth annual international conference, Los Alamos, N.M.* North-Holland Publishing Co.



- Gödel, Kurt. 1931. “On formally undecidable propositions of *Principia Mathematica* and related systems I.”, *Mon. für Math. und Physik* 38:173–198.
- Huberman, B. A., and T. Hogg. 1986. “Complexity and adaptation.” In Farmer, Lapedes, and Packard 1986, 376–384.
- Knuth, Donald E. 1973. *Fundamental Algorithms*. Addison-Wesley.
- Percival, Ian. 1986. “Integrable and nonintegrable Hamiltonian systems.” In *Nonlinear dynamics aspects of particle accelerators*, Volume 247 of *Lecture Notes in Phys*, 12–36. Berlin-New York: Springer Verlag.
- Taylor, R., and A. Wiles. 1994, October. “Ring theoretic properties of certain Hecke algebras.” Technical Report PRIN-M94-56, Department of Mathematics, Princeton University.



El ambiente gráfico de L^AT_EX 2_ε

Los paquetes **color** (para definir y usar colores), **graphics** y **graphicx** (para rotar, reflejar y aumentar el tamaño de los objetos), conforman el ambiente gráfico de L^AT_EX 2_ε.

- ☞ Al cargar los paquetes **color**, **graphics** y **graphicx**, hay que indicar el tipo de **manejador** utilizado por la implementación L^AT_EX local, como opción del comando **\usepackage**.
- ☞ L^AT_EX 2_ε posee además el entorno **picture** para la elaboración de imágenes sencillas.

7.1 PostScript y dvips

El programa de dominio público dvips, disponible para prácticamente todas las plataformas computacionales, permite convertir archivos del formato dvi al formato ps (PostScript). Para convertir un archivo dado doc.dvi, se puede ejecutar dvips desde la línea de comandos, en la forma

```
dvips doc.dvi
```

- ☞ El uso de dvips (en general, de los traductores de dvi a ps) también permite el acceso a fuentes PostScript y al poderoso paquete gráfico **PSTricks**.

 Otra herramienta gratuita es el interpretador Ghostscript, que permite ver e imprimir archivos ps, y convertirlos a otros formatos. Más información al respecto en las páginas 217–218 del libro.

7.2 El paquete `color`

El paquete `color` tiene predefinidos [ocho colores](#) básicos.

7.2.1 Definición de nuevos colores

Modelo cmyk. Un color se especifica asignándole valores entre 0 y 1 a los colores *cyan*, *magenta*, *yellow* y *black*:

```
\definecolor{nombre}{cmyk}{n1, n2, n3, n4}
```

$0 \leq n_1, n_2, n_3, n_4 \leq 1$ y el *nombre* del color es escogido por el usuario.

Modelo rgb. Un color se define asignándole valores entre 0 y 1 a los colores básicos *red*, *green* y *blue*:

```
\definecolor{nombre}{rgb}{n1, n2, n3}
```

$0 \leq n_1, n_2, n_3 \leq 1$ y el *nombre* es escogido por el usuario.

Modelo gray. Se usa para definir tonos de gris, en la forma

```
\definecolor{nombre}{gray}{n}
```

donde $0 \leq n \leq 1$. En este modelo 0 representa el negro y 1 el blanco.



- ☞ El **preámbulo** del documento es el sitio más adecuado para colocar la definición de nuevos colores.
- ☞ Ofrecemos una **paleta de colores en el modelo cmyk**, que el usuario puede utilizar como guía para la definición de otros matices.

7.2.2 Texto y cajas en color

`\textcolor{color}{texto}` hace que el *texto* aparezca en el *color* especificado (previamente definido).

`{\color{color} texto}` es la **declaración global** equivalente al comando `\textcolor{color}`.

`\colorbox{color de fondo}{texto}` coloca el *texto* en una **caja** que tiene el *color de fondo* especificado.

`\fcolorbox{color del borde}{color de fondo}{texto}` coloca el *texto* sobre una **caja** que tiene el *color de fondo* especificado y cuyos bordes tienen el *color del borde* declarado.

- ☞ `\colorbox` y `\fcolorbox` son similares a `\fbox`; las cajas que crean se ven





afectadas por los parámetros `\fboxrule` y `\fboxsep`. El *texto* interior puede, a su vez, estar en un color específico, con el comando `\textcolor`.

`\pagecolor{color de fondo}` hace que toda la página adquiera el *color de fondo* especificado. Esta es una declaración global y se aplica a la página actual y a las subsiguientes hasta que sea actualizada por otro `\pagecolor`.

7.3 Los paquetes **graphics** y **graphicx**

El paquete “estándar” **graphics** y su versión “extendida” **graphicx**, que hacen parte de L^AT_EX 2_ε, definen comandos para realizar transformaciones geométricas de objetos (**aumento a escala**, **rotación** y **reflexión**), así como para la **inclusión de gráficas externas** en documentos L^AT_EX. 

7.3.1 Aumento a escala de objetos

`\scalebox{factor}[escala vertical]{objeto}` aumenta el tamaño del *objeto* en el *factor* especificado. El argumento opcional *escala vertical* permite aumentar la dimensión vertical de manera independiente.

`\resizebox{longitud horizontal}{longitud vertical}{objeto}` aumenta o reduce el *objeto* para que adquiera las dimensiones especificadas en los argumentos *longitud horizontal* y *longitud vertical*. Para mantener la razón ancho/alto original se usa `{!}` como uno de los argumentos.

- ☞ Con estos comandos se pueden usar las **dimensiones naturales** del *objeto*.



7.3.2 Reflexión de objetos

`\reflectbox{objeto}` produce una imagen espectral (“reflejada”) del *objeto*.

7.3.3 Rotación de objetos

`\rotatebox[origin=...]{ángulo}{objeto}` rota el *objeto* en el *ángulo* indicado. La rotación se hace en el sentido anti-horario si el ángulo es positivo, y en el sentido contrario si es negativo. Si el argumento opcional `origin` está presente, la rotación se hace con respecto al punto indicado.

- ☞ El argumento *objeto* en los cuatro comandos `\scalebox`, `\resizebox`, `\reflectbox` y `\rotatebox` es procesado por L^AT_EX en modo ID, pero se pueden usar objetos más complejos, como tablas o gráficas, encerrándolos primero en `cajas`.





7.3.4 Inclusión de imágenes externas en documentos L^AT_EX

`\includegraphics[opciones]{gráfica}` inserta una *gráfica* externa en el documento. La ruta completa de la *gráfica* se escribe con la sintaxis del sistema operativo local.

`\graphicspath{lista de directorios}` se usa para evitar escribir las rutas completas de las imágenes importadas con `\includegraphics`. Los directorios se escriben con la sintaxis del sistema operativo y se encierran entre corchetes; no hay separador adicional entre éstos.

`\DeclareGraphicsExtensions{lista de extensiones}` se usa para declarar las extensiones de las imágenes importadas con `\includegraphics`; para importar una imagen bastará escribir la raíz del nombre. Los manejadores de pantalla e impresora deben ser compatibles con los formatos declarados.

 Para importar una imagen que no esté en formato EPS, L^AT_EX necesita su caja de delimitación (*bounding box*). Más detalles al respecto en las páginas 226-227 del libro.

- ☞ Se recomienda escribir `\graphicspath` y `\DeclareGraphicsExtensions` en el **preámbulo** del documento.

7.4 Gráficas y tablas como objetos flotantes

Los entornos

```
\begin{table}[posición]  
... Comandos de la tabla ...  
\end{table}
```

```
\begin{figure}[posición]  
... Comandos de la gráfica ...  
\end{figure}
```

permiten colocar una **tabla** o gráfica (creada con algún paquete gráfico como **PSTricks**, **P_LC_TE_X**, el entorno **picture** o el comando **\includegraphics**) como *objeto flotante*: L^AT_EX decide cuál es el sitio más adecuado para colocarlo, ya sea en la página actual o en una posterior, acomodando el texto circundante.



El argumento opcional ***posición*** se usa para *sugerirle* a L^AT_EX la colocación del objeto flotante. Más detalles en las páginas 235–236 del libro.

- ☞ Los entornos **table** y **figure** no pueden aparecer dentro de cajas como **\fbox**, **\parbox** o **\minipage**.
- ☞ Existen los entornos estrella, **table*** y **figure***, que se usan en **páginas a dos columnas**; las tablas o figuras se insertan a lo ancho de toda la página y no en columnas individuales.



7.4.1 Problemas con la inserción de objetos flotantes



Para solucionar posibles problemas relacionados con la colocación de objetos flotantes es importante entender, al menos globalmente, los mecanismos de inserción de L^AT_EX. Se remite al lector a las páginas 236–238 del libro para detalles y explicaciones.

7.4.2 Objetos flotantes horizontalmente centrados

Para que el material bajo el alcance de los entornos `table` o `figure` aparezca centrado se debe usar (inmediatamente después de `\begin`) la declaración `\centering`, en vez del entorno `center`. Con este último, L^AT_EX añade espacio vertical, adicional al añadido por los entornos `table` y `figure`.

7.5 Epígrafes y numeración de tablas y gráficas

`\caption{texto}`, que se usa dentro de los entornos **table** o **figure**, coloca el *texto* como un rótulo para la tabla o gráfica. Además, incrementa en 1 el contador **table** o **figure**, según sea el caso.

- ☞ En el entorno **table**, el comando `\caption{texto}` genera un rótulo de la forma ‘Table *n*: *texto*’, y en el entorno **figure** el rótulo generado es ‘Figure *n*: *texto*’. Con el paquete **babel**, opción **spanish**, se obtienen las **rótulos**, ‘Cuadro’ y ‘Figura’ respectivamente, los cuales pueden ser **re-definidos**.
- ☞ Se puede colocar un `\label` inmediatamente después de `\caption` para asignar una clave y hacer **referencias cruzadas** a la tabla o gráfica.
- ☞ Si el comando `\caption` se escribe inmediatamente antes de `\end{table}` o `\end{figure}`, L^AT_EX coloca el *epígrafe debajo de la tabla o gráfica*, añadiendo un pequeño espacio vertical entre el objeto flotante y su epígrafe. Tal espacio vertical está controlado por el parámetro `\abovecaptionskip`.  Si `\caption` se escribe antes del objeto flotante, L^AT_EX coloca el *epígrafe encima de la tabla o gráfica*. El espacio añadido después de `\caption` se controla con el parámetro `\belowcaptionskip`.  Ambos parámetros se pueden modificar por medio de `\setlength`.



-  Información adicional sobre epígrafes y numeración de objetos flotantes se puede consultar en las páginas 239–241 del libro.
-  El estilo de los rótulos y los epígrafes (fuentes, tamaño, formato, etc) se puede modificar de múltiples formas usando el paquete `caption2`. Se describe en la sección 13.7 del libro.

7.6 El entorno `picture` de L^AT_EX 2_ε

El entorno `picture` permite trazar gráficas muy simples sin requerir ningún soporte especial de los manejadores de pantalla o impresora (para lectores interesados en ambientes gráficos para L^AT_EX, que sean realmente flexibles y poderosos, recomendamos los paquetes **PSTricks** y **P_IC_TE_X**).

```
\begin{picture}(a,b)
  :
comandos de la gráfica
  :
\end{picture}
```

reserva un rectángulo invisible de base a y altura b unidades. El extremo inferior izquierdo del rectángulo tiene coordenadas $(0, 0)$ y el superior derecho (a, b) . Todos los elementos de la gráfica se colocan con referencia al sistema coordenado así definido.

`\unitlength` es el parámetro que controla la unidad de medida; se establece con `\setlength` antes de `\begin{picture}`. Cambiando las unidades de medida podemos aumentar o reducir el tamaño de la gráfica pero el grosor de las líneas y el tamaño de las letras no se altera. Para aumento o reducción a escala de *todos* los elementos de una gráfica se deben usar los comandos `\scalebox` o `\resizebox`.

`\thinlines` hace que las líneas sean delgadas. Opción vigente por defecto al



empezar una gráfica.

`\thicklines` hace que las líneas sean gruesas.

`\linethickness{grosor}` permite escoger el *grosor* de las líneas, pero sólo afecta a las líneas horizontales y verticales. El *grosor* debe ser una dimensión T_EX.

7.6.1 Grillas con el comando `\graphpaper`

El paquete `graphpap`  ofrece el siguiente comando para trazar grillas:

`\graphpaper[n](a,b)(c,d)` traza una grilla con extremos opuestos (a, b) y (c, d) . Los valores a , b , c y d deben ser enteros (positivos o negativos) y se refieren a las unidades definidas con `\unitlength`. Los segmentos que forman la grilla aparecen, por defecto, cada 10 unidades, pero el argumento opcional n permite cambiar tal número.

- ☞ Como ayuda visual, en algunos ejemplos de la presente sección se usan grillas de color gris. Se requiere haber cargado los paquetes `color` y `graphpap`, y haber definido el color gris con `\definecolor{gris}{cmyk}{0,0,0,0.5}`.





7.6.2 El comando \put

`\put(x,y){objeto}` es el comando que inserta todos los objetos gráficos del entorno `picture` (a excepción de `\qbezier`). Cuando el *objeto* es texto corriente, la caja L^AT_EX que lo contiene se coloca en la gráfica con su extremo inferior izquierdo en el punto (x, y) .



7.6.3 Líneas rectas con \line

`\put(x,y){\line(a,b){ℓ}}` traza una línea recta desde (x, y) , con pendiente b/a , cuya proyección sobre el eje horizontal tiene longitud $ℓ$ unidades ($ℓ \cdot \unitlength$). Los números a y b deben ser enteros ($-6 \leq a, b \leq 6$), con máximo común divisor igual a 1. La longitud $ℓ$ debe ser positiva. Una línea vertical ($a = 0$) se extiende $ℓ$ unidades hacia arriba o hacia abajo, dependiendo de si b es positivo o negativo.





7.6.4 Flechas con \vector

`\put(x,y){\vector(a,b){ℓ}}` traza una flecha (vector) desde (x, y) , con pendiente b/a , cuya proyección sobre el eje horizontal tiene longitud $ℓ$ unidades ($ℓ \cdot \text{\unitlength}$). Los números a y b deben ser enteros ($-4 \leq a, b \leq 4$), con máximo común divisor igual a 1. La longitud $ℓ$ debe ser positiva. Un vector vertical ($a = 0$) se extiende $ℓ$ unidades hacia arriba o hacia abajo, dependiendo de si b es positivo o negativo.

7.6.5 Círculos con \circle

`\put(x,y){\circle{d}}` traza un círculo de d unidades de diámetro, centrado en (x, y) . El máximo diámetro permitido por L^AT_EX es 40 pt (1.4 cm aproximadamente). La versión estrella `\circle*` traza círculos llenos, pero su diámetro máximo es 15 pt, poco más de 5 mm.

7.6.6 El comando \oval

`\put(x,y){\oval(a,b)[porción]}` traza un rectángulo con vértices redondeados, de anchura a y altura b , centrado en (x, y) . El argumento opcional *porción* permite escoger sólo una parte del óvalo.





7.6.7 Cajas

`\put(x,y){\framebox(a,b)[justificación]{objeto}}` traza una caja de anchura *a* y altura *b* que encierra al *objeto*. El parámetro opcional *justificación* controla la posición del *objeto* dentro de la caja; sus valores permitidos son: **c**, **t**, **b**, **l**, **r** (centro, arriba, abajo, izquierda, derecha). Se admiten combinaciones dobles como **cl**, **tr**, **bl**, etc.

`\dashbox{r}` se puede usar en lugar de `\framebox` para cajas con líneas a trozos. El argumento adicional *r* especifica la longitud de cada trozo.

`\makebox` se puede usar en lugar de `\framebox` para cajas con líneas invisibles. Escribiendo `\makebox(0,0)`, el *objeto* aparece centrado en (x, y) .

`\put(x,y){\frame{objeto}}` coloca una caja cuyos bordes encierran el *objeto* (no se requieren las dimensiones de la caja). El extremo inferior izquierdo de la caja se coloca en (x, y) .

- ☞ `\framebox` y `\makebox` tienen una sintaxis diferente dentro del entorno `picture` a la que tienen como **cajas con texto normal**.
- ☞ Las líneas de las cajas creadas con `\framebox`, `\dashbox` y `\frame` están sujetas a los parámetros `\fboxrule` y `\fboxsep`.



7.6.8 El comando \shortstack

`\put(x,y){\shortstack[justificación]{lista}}` coloca una caja con bordes invisibles que contiene las letras o palabras de la *lista* indicada, apiladas de arriba hacia abajo. Los elementos de la *lista* se separan entre sí por `\backslash\backslash`. El extremo inferior izquierdo de la caja aparecerá en el punto (x, y) . El parámetro opcional *justificación* controla la alineación de los items de la lista; sus valores permitidos son `c`, `l`, `r` (centro, izquierda, derecha), siendo `c` la justificación por defecto.

- ☞ La instrucción `\shortstack[justificación]{lista}` se puede usar por fuera del entorno `picture`, en párrafos normales. En tales casos, la pila de palabras y el texto circundante quedan alineados por la parte inferior.

7.6.9 Curvas cuadráticas de Bézier



Para el concepto de curva cuadrática de Bézier, véase la página 250 del libro.

`\qbezier[n](a1,a2)(b1,b2)(c1,c2)` traza la curva cuadrática de Bézier con puntos de control (a_1, a_2) , (b_1, b_2) y (c_1, c_2) . Al usar el argumento opcional n , se obtiene una curva punteada con n puntos uniformemente espaciados.



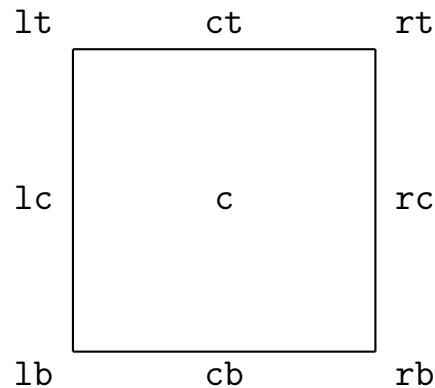


7.6.10 El comando \multiput

`\multiput(x, y) ($\Delta x, \Delta y$) { n } {objeto}` coloca n copias del *objeto* dado, primero en el punto (x, y) , luego en el punto $(x + \Delta x, y + \Delta y)$, a continuación en el punto $(x + 2\Delta x, y + 2\Delta y)$, y así sucesivamente.

black	Negro		green	Verde	
white	Blanco		blue	Azul oscuro	
yellow	Amarillo		cyan	Azul claro	
red	Rojo		magenta	Rosado	

Los ocho colores pre-definidos del paquete **color**.



Puntos de rotación permitidos para la opción `origin` del comando `\rotatebox`.

- t** La parte superior (en inglés, *top*) de una página.
- b** La parte inferior (en inglés, *bottom*) de una página.
- h** El sitio en el que aparece escrita la tabla en el documento fuente (en inglés, *here*).
- p** En una página separada que contiene solamente objetos flotantes.

Valores del argumento opcional *posición* para **objetos flotantes**.

- t** selecciona la parte superior.
- b** selecciona la parte inferior.
- r** selecciona la parte derecha.
- l** selecciona la parte izquierda.

Valores para el argumento *porción* de `\oval`.
Los valores se pueden combinar: `tr`, `bl`, etc.

Implementación	Opción utilizada
UNIX, Linux, <i>Windows</i> , etc.	[dvips]
Y&Y	[dvipsone]
Y&Y <i>Windows</i>	[dviwindo]
PCTeX32	[pctex32] o [dvips]
OzTeX (Macintosh)	[oztex] o [dvips]
<i>Textures</i> (Macintosh)	[textures]

Algunos manejadores con soporte completo para los paquetes **color**, **graphics** y **graphicx**.



TABLA 7.1

Definición de nuevos colores	Matices obtenidos
<code>\definecolor{dorado}{cmyk}{0,0.10,0.84,0}</code>	
<code>\definecolor{melon}{cmyk}{0,0.29,0.84,0}</code>	
<code>\definecolor{naranja}{cmyk}{0,0.42,1,0}</code>	
<code>\definecolor{durazno}{cmyk}{0,0.46,0.50,0}</code>	
<code>\definecolor{fresa}{cmyk}{0,1,0.50,0}</code>	
<code>\definecolor{ladrillo}{cmyk}{0,0.77,0.87,0}</code>	
<code>\definecolor{violeta}{cmyk}{0.07,0.90,0,0.34}</code>	
<code>\definecolor{purpura}{cmyk}{0.45,0.86,0,0}</code>	
<code>\definecolor{aguamarina}{cmyk}{0.85,0,0.33,0}</code>	
<code>\definecolor{esmeralda}{cmyk}{0.91,0,0.88,0.12}</code>	
<code>\definecolor{pino}{cmyk}{0.92,0,0.59,0.25}</code>	
<code>\definecolor{oliva}{cmyk}{0.64,0,0.95,0.40}</code>	
<code>\definecolor{canela}{cmyk}{0.14,0.42,0.56,0}</code>	
<code>\definecolor{marron}{cmyk}{0,0.72,1,0.45}</code>	
<code>\definecolor{cafe}{cmyk}{0,0.81,1,0.60}</code>	
<code>\definecolor{gris-claro}{cmyk}{0,0,0,0.30}</code>	
<code>\definecolor{gris-oscuro}{cmyk}{0,0,0,0.50}</code>	

Comandos para la definición de algunos colores nuevos.



TABLA 7.2

<code>bb=a b c d</code> 	Caja de delimitación (<i>bounding box</i>) de la imagen, donde a = coordenada x , extremo inferior izquierdo, b = coordenada y , extremo inferior izquierdo, c = coordenada x , extremo superior derecho, d = coordenada y , extremo superior derecho.
<code>scale=s</code>	Factor de magnificación o reducción deseado.
<code>angle=α</code>	Angulo de rotación deseado (entre -360 y 360 grados).
<code>origin=p</code>	Se usa en conjunción con <code>angle</code> para escoger el punto alrededor del cual se hace la rotación; p puede tomar los mismos valores que el comando <code>\rotatebox</code> .
<code>width=w</code> 	Ancho deseado para la imagen.
<code>height=h</code> 	Altura deseada para la imagen.
<code>totalheight=h</code>	Se debe usar en lugar de <code>height</code> cuando se rota la imagen más de 90° o en el sentido horario (esto debido a que L ^A T _E X puede “perder” la información <code>height</code> durante la rotación).
<code>keepaspectratio</code>	Mantiene la razón alto/ancho de la imagen, incluso si se usan <code>width</code> y <code>height</code> simultáneamente.
<code>viewport=a b c d</code> 	Es similar a la opción <code>bb=...</code> pero se usa para ver sólo la porción de la gráfica encerrada en el rectángulo con vértices opuestos (a, b) y (c, d) .
<code>trim=a b c d</code>	Reduce la caja de delimitación en las cantidades especificadas.
<code>clip</code>	Se usa en conjunción con <code>viewport=a b c d</code> para “recortar” (<i>clip</i>) de la imagen la parte delimitada por el rectángulo con vértices opuestos (a, b) y (c, d) y omitir el resto de la imagen.
<code>draft</code> 	Se obtiene sólo una caja rectangular, del tamaño de la caja de delimitación de la imagen, y marcada con el nombre del archivo gráfico.

Opciones de `\includegraphics`. TABLA 7.3

Ejemplo

El uso de `\textcolor`: Hemos usado el color gris-oscuro definido en la paleta de nuevos colores.

Frase tonta escrita en color gris oscuro.

```
\textcolor{gris-oscuro}{Frase tonta escrita en color gris oscuro.}
```

Cajas en color (aquí usamos algunos de los colores definidos en la paleta de nuevos colores):

Ejemplo

“La felicidad tiene un transfondo gris”. Mafalda.

```
\colorbox{gris-claro}{‘‘La felicidad tiene un transfondo gris’’. Mafalda.}
```

Ejemplo

¡Eureka!

No fume

NO FUME

```
\colorbox{blue}{\textcolor{white}{¡Eureka!}}
\setlength{\fboxrule}{2pt}
\fcolorbox{red}{dorado}{\textcolor{red}{\large No fume}}
\setlength{\fboxrule}{2pt}
\setlength{\fboxsep}{6pt}
\fcolorbox{cafe}{pino}{%
  \fcolorbox{cafe}{pino}{%
    \textcolor{yellow}{\large \bf NO FUME}}}}
```

Ejemplo

El uso de `\scalebox`:

Fórmula de Euler: $e^{i\pi} + 1 = 0$

Fórmula de Euler: $e^{i\pi} + 1 = 0$ (tamaño normal)

Fórmula de Euler: $e^{i\pi} + 1 = 0$

Fórmula de Euler: $e^{i\pi} + 1 = 0$

`\scalebox{0.5}{Fórmula de Euler: $e^{i\pi}+1=0$}`

Fórmula de Euler:
`$e^{i\pi}+1=0$` (tamaño normal)

`\scalebox{1.5}{Fórmula de Euler: $e^{i\pi}+1=0$}`

`\scalebox{1.2}[2]{Fórmula de Euler: $e^{i\pi}+1=0$}`

El uso de `\resizebox`:

Ejemplo

Aquí el objeto se distorsiona porque el cambio en las dos dimensiones no es proporcional:

Fórmula de Euler: $e^{i\pi} + 1 = 0$

`\resizebox{11cm}{0.4cm}{Fórmula de Euler: $e^{i\pi}+1=0$}`

Ejemplo

El objeto mantiene la razón alto/ancho original debido al uso del argumento `{!}`:

Fórmula de Euler: $e^{i\pi} + 1 = 0$

`\resizebox{8cm}{!}{Fórmula de Euler: $e^{i\pi}+1=0$}`

**Ejemplo**

Aquí el objeto adquiere tres veces su altura original ($3\height$), pero mantiene su anchura (\width):

$$\text{Fórmula de Euler: } e^{i\pi} + 1 = 0$$

```
\resizebox{\width}{3\height}{Fórmula de Euler: $e^{i\pi}+1=0$}
```

Ejemplo

El uso de `\reflectbox`:

L^AT_EX X_ET_AI

```
{\Large \LaTeX} \reflectbox{\Large \LaTeX}
```



El uso de \rotatebox:

Ejemplo

Adagio chino:

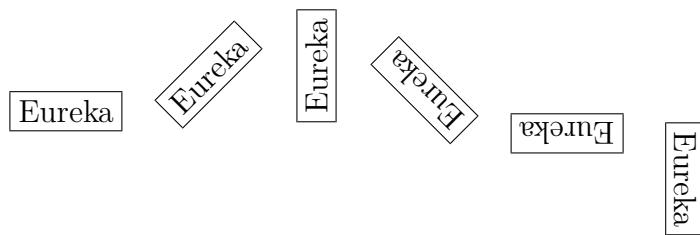
Hay libros que son como montañas: ¡no se lean sino se escalan!

Hay libros que son como montañas: \rotatebox{20}{¡no se lean sino se escalan!}

Ejemplo

En este ejemplo, todos los \fbox están en el mismo renglón, separados entre sí por un \quad:

Angulo: 0° 45° 90° 135° 180° 270°



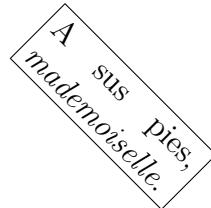
```
\fbox{Eureka}\quad\fbox{\rotatebox{45}{Eureka}}\quad  
\fbox{\rotatebox{90}{Eureka}}\quad\fbox{\rotatebox{135}{Eureka}}\quad  
\fbox{\rotatebox{180}{Eureka}}\quad\fbox{\rotatebox{270}{Eureka}}
```



Ejemplo

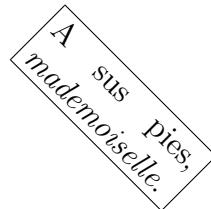
El siguiente objeto se rota -45° , primero alrededor del punto `lt` y luego alrededor de `rb`.

```
\fbox{\parbox{2.4cm}{A sus pies,  
mademoiselle.}}
```



```
\fbox{\parbox{2.4cm}{A sus pies, \emph{mademoiselle}.}}\quad  
\rotatebox[origin=lt]{-45}{%  
 \fbox{\parbox{2.4cm}{A sus pies, \emph{mademoiselle}.}}}
```

```
\fbox{\parbox{2.4cm}{A sus pies,  
mademoiselle.}}
```



```
\fbox{\parbox{2.4cm}{A sus pies, \emph{mademoiselle}.}}\quad  
\rotatebox[origin=rb]{-45}{%  
 \fbox{\parbox{2.4cm}{A sus pies, \emph{mademoiselle}.}}}
```

Ejemplo

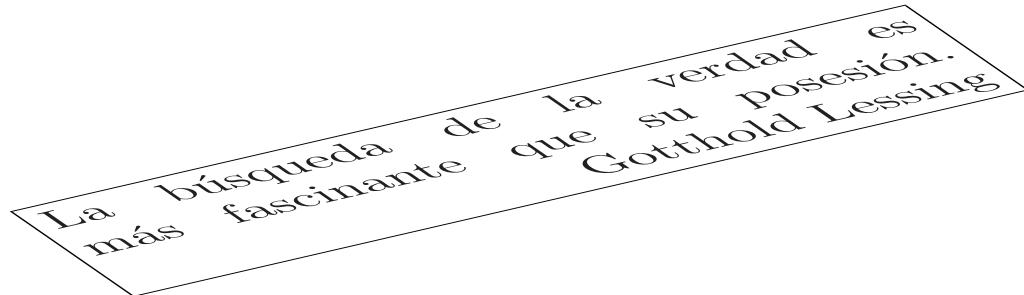
\rotatebox puede ser útil para rotar tablas enteras, o casillas individuales:

Trabajos publicados	<i>F. Viète</i>	<i>S. Stevin</i>	<i>J. Kepler</i>	<i>R. Descartes</i>	<i>P. Fermat</i>	<i>B. Pascal</i>
Algebra	✓	✓	✓	✓		✓
Geometría	✓		✓	✓	✓	✓
Mecánica		✓		✓		
Probabilidad					✓	✓

```
\begin{center}
\newcommand{\ch}{\checkmark} \renewcommand{\arraystretch}{1.3}
\begin{tabular}{l*{6}{c}}
\raisebox{0.5cm}{\parbox{1.6cm}{\sffamily Trabajos\publicados}} & & & & & \\
\rotatebox{60}{F. Viète} & \rotatebox{60}{S. Stevin} & & & & \\
\rotatebox{60}{J. Kepler} & \rotatebox{60}{R. Descartes} & & & & \\
\rotatebox{60}{P. Fermat} & \rotatebox{60}{B. Pascal} & & & & \\
Algebra & \ch & \ch & \ch & \ch & \\
Geometría & \ch & & \ch & \ch & \ch \\
Mecánica & & \ch & & \ch & \\
Probabilidad & & & & \ch & \ch \\
\end{tabular}
\end{center}
```

**Ejemplo**

En este ejemplo se combinan los efectos de `\resizebox` y `\rotatebox`:



```
\resizebox{2\width}{0.8\height}{\rotatebox{30}{\fbox{%
\parbox{5.5cm}{La búsqueda de la verdad es más fascinante que su posesión.%
\rightline{Gotthold Lessing}}}}}
```



El uso de `\includegraphics` (el lector encontrará más ejemplos de inclusión de gráficas, no exhibidos aquí, en las páginas 226–230 del libro).

Ejemplo

La imagen `jirafa.eps` es importada, sujeta a la restricción `height=4.5cm`. La razón alto/ancho del original se preserva. La imagen está centrada y encerrada en una caja `\fbox`.



```
\begin{center}
\fbox{%
\includegraphics[height=4.5cm]{c:/Imagenes/jirafa.eps}}
\end{center}
```

Ejemplo

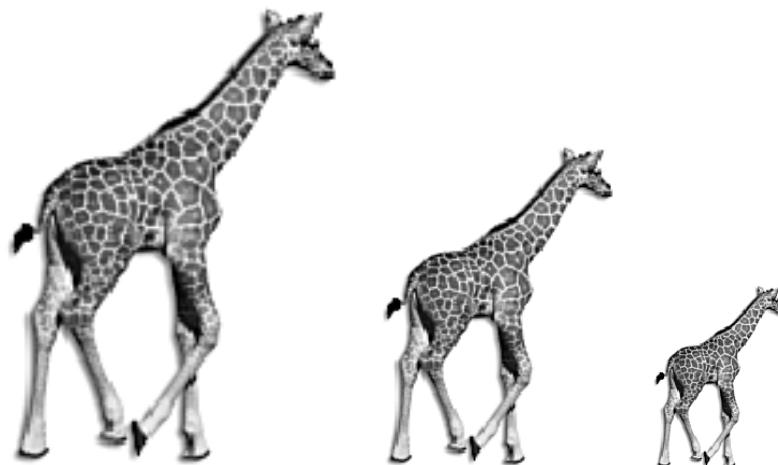
Se usa la opción `draft` para importar la imagen `jirafa.jpg`. Se obtiene un rectángulo del tamaño real de la imagen y con el nombre del archivo gráfico.



```
\begin{center}  
\includegraphics[draft]{c:/Imagenes/jirafa.jpg}  
\end{center}
```

Ejemplo

La imagen `jirafa.eps` aparece a la izquierda en su tamaño original, luego reducida al 70% (`scale=0.7`) y, a la derecha, reducida al 40% de su tamaño (`scale=0.4`).



```
\begin{center}
\includegraphics{c:/Imagenes/jirafa.eps}\quad
\includegraphics[scale=0.7]{c:/Imagenes/jirafa.eps}\quad
\includegraphics[scale=0.4]{c:/Imagenes/jirafa.eps}
\end{center}
```

**Ejemplo**

Puesto que se usan los dos parámetros `height` y `width` de manera independiente, la imagen se distorsiona. Sus dimensiones son exactamente las solicitadas: 9 cm de ancho y 3.5 cm de alto.



```
\begin{center}
\includegraphics [widht=9cm,height=3.5cm]{c:/Imagenes/jirafa.eps}
\end{center}
```



**Ejemplo**

Aquí se utilizan los parámetros `angle=35` y `height=4.5cm`, pero en diferente orden. Obsérvese que los resultados obtenidos no coinciden ya que L^AT_EX implementa las opciones del comando `\includegraphics` en el estricto orden izquierda-derecha.



```
\begin{center}
\includegraphics [angle=35,height=4.5cm]{c:/Imagenes/jirafa.eps}
\includegraphics [height=4.5cm,angle=35]{c:/Imagenes/jirafa.eps}
\end{center}
```



Ejemplo

La caja de delimitación (*bounding box*) de la imagen `jirafa.eps` es 0 0 117 160. A la derecha se usaron las opciones `viewport=0 60 80 115` y `clip` para “recortar” una porción de la imagen total.



```
\begin{center}
\includegraphics[c:/Imagenes/jirafa.eps]\hspace{2cm}
\includegraphics[viewport=0 60 80 115,clip]{%
    {c:/Imagenes/jirafa.eps}}
\end{center}
```

**Ejemplo**

La imagen `reloj.eps` (gráfica izquierda) se deforma, usando `height` y `width`, y luego se gira 30 grados (gráfica derecha). Con este tipo de manipulaciones se pueden obtener efectos tridimensionales.



```
\includegraphics{c:/Imagenes/reloj.eps}\quad  
\includegraphics[width=6cm,height=3cm,angle=30]{c:/Imagenes/reloj.eps}
```



**Ejemplo**

Con `\includegraphics` se pueden insertar imágenes en tablas. En este ejemplo, las imágenes se reducen al 50% de su tamaño original por medio de `scale=0.5`. Se ha usado la opción `b{8cm}` del paquete `array` para alinear por la parte inferior el contenido de las filas.

```
\begin{tabular}{|c|}\hline
\multicolumn{2}{|c|}{\textbf{Tres figuras de la mecánica cuántica}}\\
\hline\hline
\includegraphics[scale=0.5]{c:/Imagenes/Planck.eps} & \small \textbf{Max}\\
\textbf{Planck} (1858--1947). En 1900 formuló la hipótesis ... \\
\includegraphics[scale=0.5]{c:/Imagenes/Heisenberg.eps} & \small \\
\textbf{Werner Heisenberg} (1901--1976). En 1925 desarrolló ... \\
\includegraphics[scale=0.5]{c:/Imagenes/Heisenberg.eps} & \small \\
\textbf{Erwin Schrödinger} (1887--1961). En 1926 sentó las bases... \\
\hline
\end{tabular}
```

resultado ➔



Tres figuras de la mecánica cuántica



Max Planck (1858–1947). En 1900 formuló la hipótesis cuántica y dedujo la existencia de una constante universal, hoy llamada constante de Planck, que relaciona energía y frecuencia de radiación.



Werner Heisenberg (1901–1976). En 1925 desarrolló una de las formulaciones básicas de la mecánica cuántica, la llamada mecánica matricial. Dos años más tarde enunció el Principio de incertidumbre.



Erwin Schrödinger (1887–1961). En 1926 sentó las bases de la moderna mecánica cuántica ondulatoria, introduciendo la célebre ecuación de onda que lleva su nombre.

◀ *instrucciones*

**Ejemplo**

El uso de `\graphicspath` en varias plataformas:

Para *Windows*, UNIX o Linux:

```
\graphicspath{{C:/MisArchivos/Figuras/}{C:/Imags/FigsEPS/}}
```

Para *Macintosh*:

```
\graphicspath{{:MisArchivos:Figuras:}{:Imags:FigsEPS:}}
```

Para VMS:

```
\graphicspath{{:MisArchivos:Figuras:}{:Imags:FigsEPS:}}
```

Ejemplo

El uso de `\DeclareGraphicsExtensions`:

Para declarar las extensiones gráficas EPS, BMP y WMF escribimos, preferiblemente en el **preámbulo** del documento:

```
\DeclareGraphicsExtensions{.eps,.bmp,.wmf}
```

Objetos flotantes:

Ejemplo

Las siguientes instrucciones en el documento fuente le sugieren a L^AT_EX insertar una gráfica, importada con `\includegraphics`, en el siguiente orden de preferencia: aquí (h), tope de una página (t), parte inferior de una página (b).

```
\begin{figure}[htb]
\includegraphics[...]{...}
\end{figure}
```

Ejemplo

El uso de `\caption`: El epígrafe de la siguiente tabla se obtuvo a partir de `\caption{Datos experimentales}`; la expresión “Tabla 8:” es generada automáticamente por L^AT_EX, siendo 8 el valor actual del contador `table`.



Tabla 8: Datos experimentales.

```
\begin{table}[htb]
\centering
\begin{tabular}{...}
:
\end{tabular}
\caption{Datos experimentales.}\label{tdatos}
\end{table}
```

Ejemplo

Epígrafes *encima* y *debajo* de una gráfica:



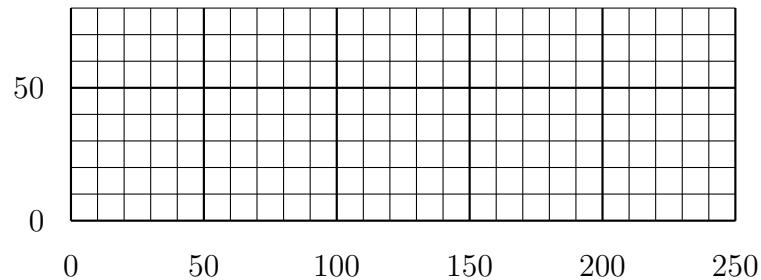
Figura 13: Epígrafe debajo de la gráfica.

```
\begin{figure}
  ...Comandos de la gráfica...
  \caption{Epígrafe debajo de la gráfica}
\end{figure}
```

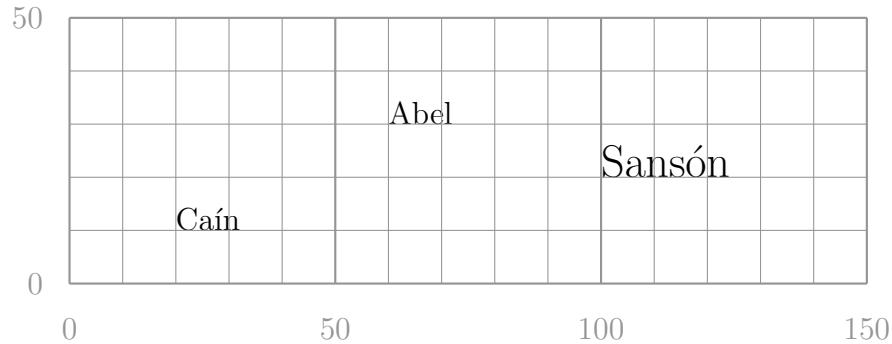
Figura 13: Epígrafe encima de la gráfica.



```
\begin{figure}
  \caption{Epígrafe encima de la gráfica}
  ...Comandos de la gráfica...
\end{figure}
```

EjemploEl entorno **picture**:

```
\begin{center}
\setlength{\unitlength}{1pt}
\begin{picture}(250,80)
\graphpaper(0,0)(250,80)
\end{picture}
\end{center}
```

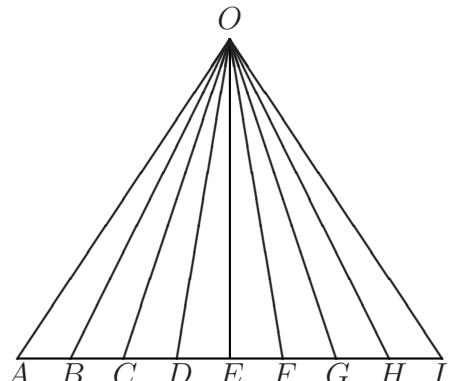
EjemploEl uso de `\put`:

```
\begin{center}
\setlength{\unitlength}{2pt}
\begin{picture}(150,50)
    {\color{gris}\graphpaper(0,0)(150,50)}
    \put(20,10){Caín}
    \put(60,30){Abel}
    \put(100,20){\Large Sansón}
\end{picture}
\end{center}
```

Ejemplo

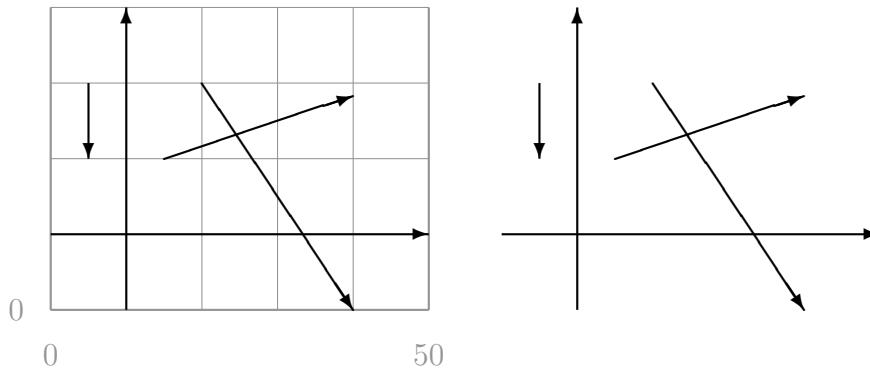
El uso de `\line`:

```
\setlength{\unitlength}{2pt}
\begin{picture}(100,60)\thicklines
\put(10,0){\line(2,3){40}} %segmento OA
\put(20,0){\line(1,2){30}} %segmento OB
\put(30,0){\line(1,3){20}} %segmento OC
\put(40,0){\line(1,6){10}} %segmento OD
\put(50,0){\line(0,1){60}} %segmento OE
\put(60,0){\line(-1,6){10}} %segmento OF
\put(70,0){\line(-1,3){20}} %segmento OG
\put(80,0){\line(-1,2){30}} %segmento OH
\put(90,0){\line(-2,3){40}} %segmento OI
\put(10,0){\line(1,0){80}} %segmento AI
\put(8,-5){$A$} \put(18,-5){$B$} \put(28,-5){$C$}
\put(38,-5){$D$} \put(48,-5){$E$} \put(58,-5){$F$}
\put(68,-5){$G$} \put(78,-5){$H$} \put(88,-5){$I$}
\put(49,61){$O$}
\begin{picture}
```

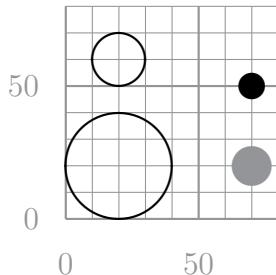


Ejemplo

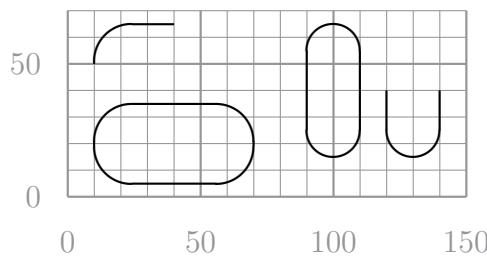
El uso de `\vector`: la gráfica de la izquierda coincide con la de la derecha, excepto por el uso de la grilla `\graphpaper` a la izquierda.



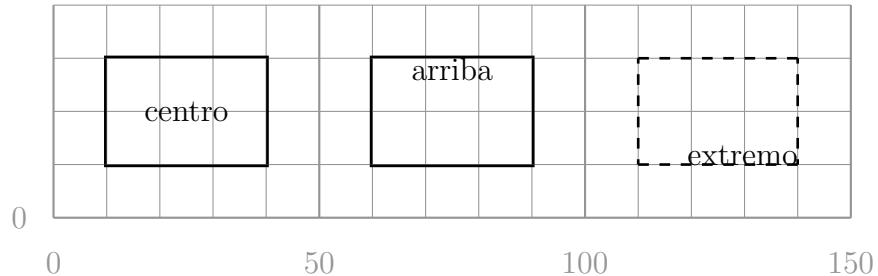
```
\setlength{\unitlength}{1mm}
\begin{picture}(50,40)
    \color{gris}\graphpaper(0,0)(50,40)
    \thicklines
    \put(5,30){\vector(0,-1){10}}
    \put(0,10){\vector(1,0){50}}
    \put(10,0){\vector(0,1){40}}
    \put(15,20){\vector(3,1){25}}
    \put(20,30){\vector(2,-3){20}}
\begin{picture}
```

EjemploEl uso de `\circle{}`:

```
\begin{picture}(80,80)
{\color{gris}\graphpaper(0,0)(80,80)}
\thicklines
\put(20,20){\circle{40}}
\put(20,60){\circle{20}}
\put(70,20){\color{gris}\circle*{15}}
\put(70,50){\circle*{10}}
\begin{picture}
```

EjemploEl uso de `\oval{}`:

```
\setlength{\unitlength}{1pt}
\begin{picture}(150,70)
{\color{gris}\graphpaper(0,0)(150,70)}
\thicklines
\put(40,20){\oval(60,30)}
\put(40,50){\oval(60,30)[lt]}
\put(100,40){\oval(20,50)}
\put(130,40){\oval(20,50)[b]}
\begin{picture}
```

EjemploCajas en el entorno `picture`:

```
\begin{center}
\setlength{\unitlength}{2pt}
\begin{picture}(150,40)
    {\color{gris}\graphpaper(0,0)(150,40)}
    \thicklines
    \put(10,10){\framebox(30,20){centro}}
    \put(60,10){\framebox(30,20)[t]{arriba}}
    \put(110,10){\dashbox{2}(30,20)[br]{extremo}}
\begin{picture}
\end{center}
```

El uso de \shortstack:

pila
de
palabras
poco

Ejemplo

Frase corriente con una corriente en medio de ella.

Frase corriente con una \shortstack{pila\\ de\\ palabras\\ poco \\ corriente} en medio de ella.

Ejemplo

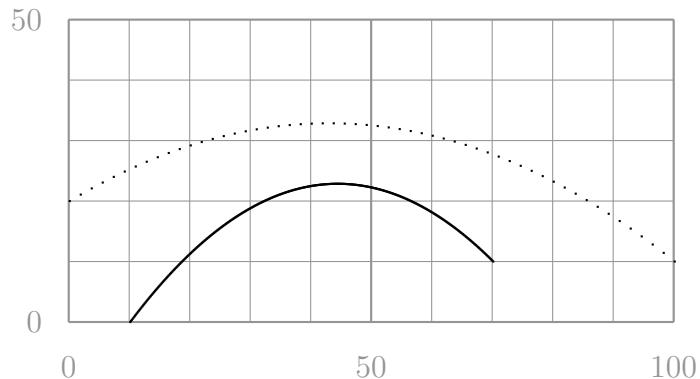
Frase de W. Göthe:

Se ponen palabras donde faltan las ideas	Se ponen palabras donde faltan las i d e a s
--	---

```
\setlength{\unitlength}{1pt}
\begin{picture}(280,60)
\put(20,0){\shortstack{Se ponen\\ palabras\\ donde\\ faltan\\ las ideas}}
\put(100,0){\shortstack{Se ponen palabras donde faltan las\\ i\\ d\\ e\\ a\\ s}}
\begin{picture}
```

Ejemplo

El uso de \qbezier:



```
\begin{center}
\setlength{\unitlength}{0.8mm}
\begin{picture}(100,50)
    {\color{gris}\graphpaper(0,0)(100,50)}
    \thicklines
    \qbezier(10,0)(40,40)(70,10)
    \qbezier[55](0,20)(50,50)(100,10)
\begin{picture}
\end{center}
```



Otras herramientas de L^AT_EX 2 _{ϵ}

8.1 El estilo `slides` para transparencias

El estilo `slides` está diseñado para la elaboración rápida de presentaciones o conferencias. Se accede a este estilo escribiendo

```
\documentclass{slides}
```

Los siguientes comandos *no* se pueden usar en el estilo `slides`:

- Los comandos divisionales `\chapter`, `\section`, `\subsection`, etc.
- Los entornos `table` y `figure`.
- Los comandos `\pagestyle` y `\thispagestyle`.



El estilo `slides` posee tres entornos propios, `slide`, `overlay` y `note`. Los tres producen una hoja (transparencia) numerada. El texto escrito fuera de esos entornos aparece en hojas no numeradas.

```
\begin{slide}  
    texto de la transparencia  
\end{slide}
```

da lugar a una transparencia individual, numerada (1, 2, etc) en la parte inferior derecha.

```
\begin{overlay}  
    texto de la transparencia  
\end{overlay}
```

produce una transparencia con numeración subordinada (1-a, 1-b, etc). Se usa para transparencias superpuestas.

```
\begin{note}  
    texto de la nota  
\end{note}
```

da lugar a una hoja individual con numeración subordinada pero con números en lugar de letras (1-1, 1-2, etc). Se usa para notas personales o guías.





`\onlyslides{...}`, que se escribe en el **preámbulo** del documento, se usa para imprimir sólo algunas de las transparencias. Por ejemplo, para obtener las transparencias 2, 4, 6 a 9, y 11, y sus respectivas transparencias superpuestas (*overlay*), se escribe `\onlyslides{2,4,6-9,11}`.

`\onlynotes{...}` comando análogo a `\onlyslides` pero para las notas.

Para tener presente:

- El argumento de `\onlyslides` y `\onlynotes` no puede ser vacío.
- Si aparece `\onlyslides` pero no `\onlynotes`, las notas no se imprimen, y viceversa.
- Los números de los argumentos se deben dar en orden ascendente. Se aceptan números no existentes (por ejemplo, `\onlyslides{6-1000}`).

8.2 El estilo `letter` para cartas

Estructura de un documento en el estilo `letter`:

```
\documentclass{letter}
\begin{document}
\address{ciudad}
\signature{texto bajo la firma}
\date{fecha}
\begin{letter}{destinatario}
\opening{fórmula de encabezamiento}

    Cuerpo de la carta

\closing{fórmula de despedida}
\cc{con copia} 
\encl{adjuntos} 
\ps{posdata} 
\end{letter}
\end{document}
```

Para separar los renglones de los argumentos se usa `\backslash`. El comando adicional `\makelabels`, escrito en el **preámbulo**, produce una página separada con el nombre del destinatario.



Véanse más detalles sobre el estilo `letter` en las páginas 257–260 del libro.

8.3 El entorno `list`

El entorno `list` permite diseñar listas en un estilo diferente a los entornos básicos de L^AT_EX, `itemize`, `enumerate` y `description`.

```
\begin{list}{etiqueta}{parámetros}
\item Texto
\item Texto
    :
\item Texto
\end{list}
```

crea una lista que obedece los *parámetros* (que se especifican por medio de la instrucción `\setlength`); la *etiqueta* es el símbolo que aparece antes de cada `\item`.

Los *parámetros* asumen valores por defecto dependiendo del estilo del documento (`article`, `book`, etc) y del *nivel* de la lista (para listas encajadas dentro de otras listas). Véanse más detalles en las páginas 260 y 261 del libro.



8.4 Definición de nuevos entornos

Definición de entornos sin argumentos.

`\newenvironment{nombre}{parte inicial}{parte final}` define el entorno denominado `nombre`, para el cual L^AT_EX reemplaza la instrucción `\begin{nombre}` por la *parte inicial* y la instrucción `\end{nombre}` por la *parte final*.



Definición de entornos con argumentos obligatorios.

Se pueden definir comandos con un máximo de nueve argumentos obligatorios, en la forma:

`\newenvironment{nombre}[n]{parte inicial}{parte final}`

donde `n` es el número de argumentos del entorno `nombre` ($1 \leq n \leq 9$). Los `n` argumentos se representan por `#1, #2, ..., #n`, y pueden aparecer únicamente en la *parte inicial*.

Definición de entornos con un argumento opcional.

L^AT_EX permite definir comandos con un (y sólo un) argumento opcional, en la forma:

`\newenvironment{nombre}[n][opc]{parte inicial}{parte final}`



donde n es el número de argumentos del entorno `nombre`, incluyendo el argumento opcional, ($1 \leq n \leq 9$). El primero de los n argumentos declarados (`#1, #2, ..., #n`) es el único argumento opcional y su valor por defecto está dado por la expresión *opc*.

Redefinición de comandos existentes.

Los entornos pre-definidos por L^AT_EX o por un paquete ya cargado se pueden redefinir usando `\renewenvironment`, cuya sintaxis coincide con la del comando `\newenvironment`.

8.5 Longitudes elásticas

Algunos parámetros de T_EX y L^AT_EX utilizan *longitudes elásticas*.  Estas longitudes se pueden expandir o contraer una determinada longitud, a diferencia de las normales, también llamadas *longitudes rígidas*. La sintaxis de una longitud elástica es:

valor nominal plus expansión minus contracción

donde el *valor nominal*, la *expansión* y la *contracción* son longitudes normales. El *valor nominal* de una longitud elástica se puede expandir o contraer, según lo permitan los valores *expansión* y *contracción*, respectivamente.

8.6 Comandos internos de L^AT_EX

En los nombres de algunos comandos de L^AT_EX, llamados *comandos internos*, aparece el símbolo ©. Tales comandos no pueden ser utilizados ni redefinidos en el cuerpo del documento por aplicaciones directas de \renewcommand o \providecommand.

`\makeatletter` hace que L^AT_EX considere © como una letra, permitiendo el uso y redefinición de comandos internos.

`\makeatother` restaura el significado usual de © como un símbolo no-alfabético.

8.7 Modificación de los comandos seccionales

El formato pre-definido para los títulos de los **comandos seccionales** desde `\section` hasta `\subparagraph` se puede modificar por medio del comando `\@startsection`. Estas redefiniciones deben estar encerradas entre los comandos `\makeatletter` y `\makeatother`, debido a la presencia del símbolo `@`.

```
\@startsection{secc}{nivel}{sangría}{separación anterior}%
               {separación posterior}{estilo}
```

donde los seis argumentos son obligatorios y tienen el siguiente significado:

secc Es el nombre de una de las **subdivisiones** existentes, sin el símbolo `\`.

nivel Se refiere al **nivel** de la subdivisión *secc*. Este ***nivel*** se usa para la **numeración automática**, según el valor de ***secnumdepth***.

sangría Sangría de los títulos en el margen izquierdo. Puede ser negativo, en cuyo caso los títulos invadirán el margen.

separación anterior **Longitud elástica** cuyo valor absoluto es el espacio vertical añadido antes del título de cada subdivisión *secc*. Puede ser negativo, en cuyo caso, el primer párrafo que sigue al título no lleva sangría.



separación posterior **Longitud elástica**: si es positiva, representa el espacio vertical añadido debajo del título de cada subdivisión *secc.* Si es negativa, el título no se despliega, es decir, el texto que sigue al título aparece en el mismo renglón que éste, a una distancia dada por *separación posterior*.

estilo Se usa para indicar, con **declaraciones globales**, el **tipo** y **tamaño** de letra de los títulos de la subdivisión *secc.* Pueden aparecer también otros comandos que modifiquen el aspecto del título, como `\centering`, para títulos centrados, y `\raggedleft` o `\raggedright`, para títulos no justificados.

☞ L^AT_EX no escribe un punto después de los números de las subdivisiones de nivel ≥ 1 (secciones, subsecciones, etc). Podemos forzar el punto final redefiniendo el comando interno `\@secntformat` en la forma:

`\makeatletter`

```
\renewcommand{\@secntformat}[1]{\csname the#1\endcsname.\quad}
```

`\makeatother`

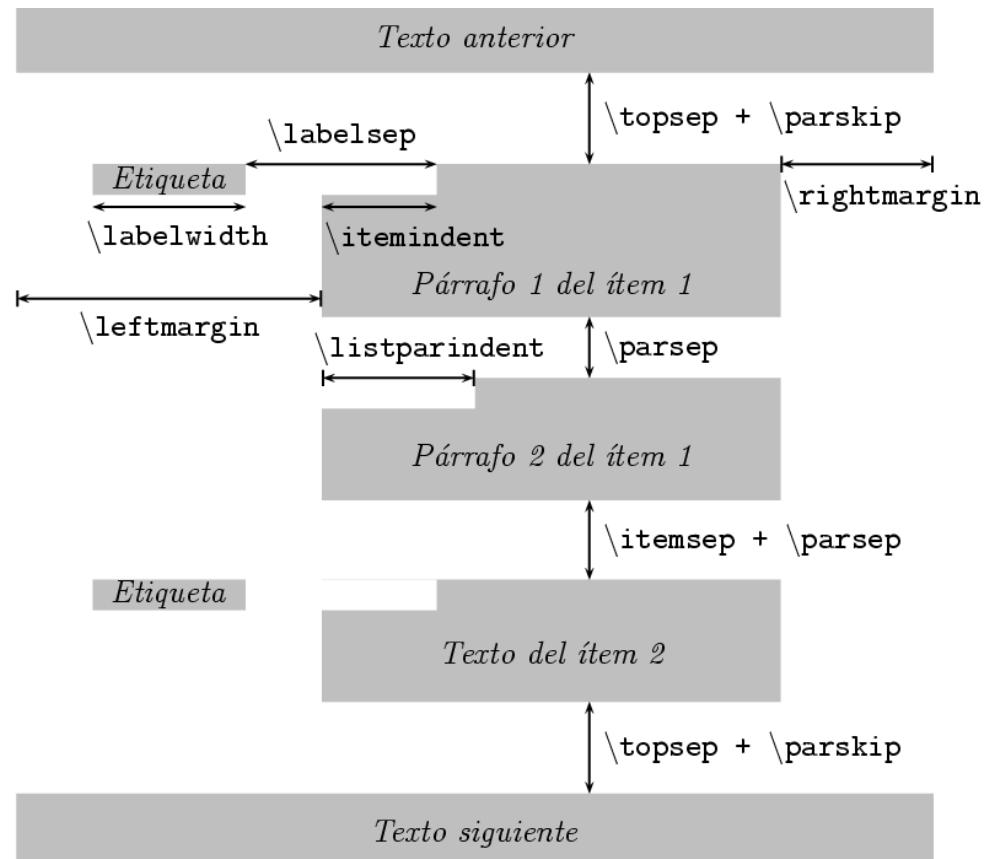
☞ El comando `\chapter` no se controla con `\@startsection`. El paquete `fncychap` proporciona seis formatos para reemplazar el formato estándar de L^AT_EX. Este paquete se describe en la sección 13.3 del libro.



8.8 Documentos L^AT_EX por correo electrónico

Antes de enviar un documento L^AT_EX por correo electrónico, es aconsejable procesarlo una vez más, colocando la instrucción `\listfiles` en el **preámbulo**. Tal instrucción hace que L^AT_EX identifique los archivos externos utilizados durante el procesamiento del documento. El usuario puede leer la lista de tales archivos en la parte final del archivo ‘`—.log`’, bajo el encabezado ***File List***. Allí aparecerán listados todos los archivos que hayan sido cargados con los mandos `\usepackage`, `\input`, `\include`, los nombres de los archivos gráficos externos importados con `\includegraphics`, el nombre del archivo ‘`—.bb1`’ con información sobre la ejecución de **BIB_TE_X**, así como los nombres de los archivos de **definición de fuentes** (archivos ‘`—.fd`’). Además, L^AT_EX declara explícitamente cuáles de los archivos o paquetes pertenecen a su colección estándar.

Utilizando esta información, el usuario puede advertir a los destinatarios, o enviar los archivos externos necesarios.



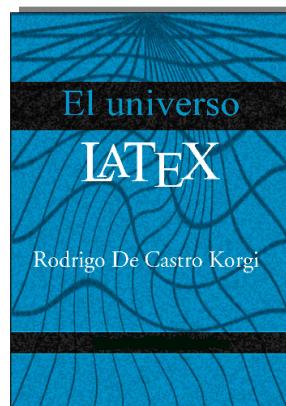
Parámetros del entorno `list`.



El uso de otras fuentes en documentos L^AT_EX 2_ε

El presente capítulo presenta los rudimentos del esquema de manejo de fuentes NFSS (*New Font Selection Scheme*), diseñado para L^AT_EX 2_ε en 1989–92.

Por la propia naturaleza del capítulo, el resumen de la presente versión electrónica es particularmente dependiente del texto correspondiente en el libro (páginas 269–288). Se recomienda que el lector consulte el libro para explicaciones más detalladas.



9.1 Atributos de las fuentes

Codificación (*encoding*). La secuencia de los caracteres en la fuente. Las dos codificaciones más importantes son OT1  y T1.  Las fuentes CM, originales de T_EX (que se aprecian aquí), tienen la codificación OT1. Existe una versión T1 de las fuentes CM: las “fuentes EC” , de dominio público. Si están instaladas en el sistema, se puede acceder a ellas con el paquete estándar `fontenc`, en la forma:

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

Uno de los beneficios de las fuentes EC es que se pueden incluir símbolos acentuados en el argumento de `\hyphenation`.

Familia (*family*). El esquema NFSS clasifica las fuentes en tres familias: serif romana (principal), sans serif, y mono-espaciada (typewriter).

Serie (*series*). El “peso” de la fuente: media (`m`), negrilla (`b`), negrilla extendida (`bx`), semi-negrilla (`sb`), condensada (`c`), ligera (`l`), etc.

Variante (*shape*). El aspecto de la fuente: normal (`n`), itálica (`it`), inclinada (`sl`), versalitas (`sc`), etc.

Tamaño (*size*). Dimensión en puntos: `10pt`, `12pt`, etc.

9.2 Los archivos de fuentes

- *.**tfm** (*TeX font metrics*). Información sobre las dimensiones de los símbolos. Junto con los archivos *.**fd**, los *.**tfm** son en realidad los únicos archivos consultados por L^AT_EX.
- *.**pk** (*packed bitmap fonts*). Imágenes (*bitmaps*) de los símbolos de cada fuente; organizados por tamaño y resolución.
- *.**vf** (*virtual fonts*). Alternativa a los archivos *.**pk**. En lugar de buscar la imagen **pk**, el manejador DVI consulta la definición virtual para cada símbolo, el cual puede ser luego tomado o distorsionado de una fuente real.
- *.**fd** (*font definitions*). Asocian los nombres de las fuentes externas con sus atributos. Cuando en el documento se solicita una determinada fuente por primera vez, L^AT_EX consulta el archivo **fd** correspondiente (si existe).
- *.**map** (*mapping files*). Estos archivos de “mapeo de fuentes” indican los nombres de las fuentes reales para que el manejador DVI realice las transformaciones o re-codificaciones necesarias.
- *.**pfa**, *.**pfb** (*PostScript fonts*). Forma “real” de las fuentes PostScript. Las fuentes *.**pfa** están en formato ASCII y las *.**pfb** en formato binario.

9.3 La colección AE de fuentes PostScript

Las fuentes PostScript, por varias razones, son consideradas superiores a las fuentes en forma de *bitmaps*. Por eso se han creado las “fuentes AE”  (por *Almost European*) que son una emulación PostScript de las fuentes CM, en la codificación T1. Para usarlas se carga (con `\usepackage`) el paquete `ae`; el paquete complementario `aecompl` ofrece símbolos adicionales, no incluidos en la colección AE.

- ☞ Al cargar los paquetes `ae` y `aecompl`, ya no es necesario cargar `inputenc`, y el comando `\hyphenation` permite símbolos acentuados.
- ☞ El paquete `ae` tiene la opción `slides`, que carga fuentes para transparencias, diseñadas para el estilo `slides`.

9.4 La colección PSNFSS de fuentes PostScript

Esta colección  ofrece un surtido de fuentes PostScript y paquetes subsidiarios, con los cuales se pueden reemplazar las fuentes CM en documentos L^AT_EX.

9.4.1 Las familias de fuentes PSNFSS

`\fontfamily{familia}\selectfont` es una **declaración global** que permite usar una *familia* en una porción de texto. Los ejemplos presentan las fuentes PSNFSS, usando estos comandos. Véase también los comandos `\DeclareFixedFont` y `\newfont`.

9.4.2 Los paquetes de PSNFSS

La manera más práctica de utilizar las fuentes PSNFSS, para reemplazar uniformemente las fuentes CM en un documento L^AT_EX, es cargar alguno de **los paquetes de la colección**. Cada uno de ellos asigna una fuente a las tres familias serif romana, sans serif y mono-espaciada, y otra a los caracteres matemáticos. El paquete **pifont** ofrece símbolos y macros para listas.



9.4.3 El paquete **mathptmx**

Al cargar este paquete, **Times** se convierte en la fuente principal del documento, pero se mantienen las fuentes CM para los tipos de letra sans serif y typewriter. Los símbolos matemáticos provienen de la fuente virtual ‘**Ptmx**’. Con la opción **slantedGreek**, las letras griegas mayúsculas aparecen inclinadas. Más detalles en la página 277 del libro.



9.4.4 El paquete **mathpazo**

Al cargar este paquete, **Palatino** se convierte en la fuente principal del documento, pero se mantienen las fuentes CM para los tipos de letra sans serif y typewriter. Los símbolos matemáticos provienen de la fuente virtual ‘**Pazo**’. Con la opción **slantedGreek**, las letras griegas mayúsculas aparecen inclinadas. Más detalles en la página 279 del libro.





9.4.5 El paquete **pifont**

Este paquete ofrece las siguientes herramientas:

`\ding{código}` produce el símbolo de la fuente PostScript **Zapf Dingbats** que tiene el *código* especificado.

```
\begin{dinglist}{código}
\item Texto
\item Texto
:
\end{dinglist}
```

es similar al entorno **itemize**, pero los items se demarcan con el símbolo de la fuente **Zapf Dingbats** que tiene el *código* especificado.

```
\begin{dingautolist}{código}
\item Texto
\item Texto
:
\end{dingautolist}
```

es similar al entorno **enumerate**, pero los items se enumeran de uno en uno, a partir del símbolo de la fuente **Zapf Dingbats** que tiene el *código* especificado.

`\dingfill{código}` es similar a `\dotfill`, pero rellena el espacio con copias del símbolo de la fuente **Zapf Dingbats** que tiene el *código* especificado.



9.4.6 Codificación de las fuentes de la colección PSNFSS

Las fuentes PSNFSS se pueden cargar en la codificación T1, cargando el paquete **fontenc** con la opción T1. Para esto, sin embargo, se requiere la presencia de las fuentes EC en el sistema. Más detalles en la página 283 del libro.



9.5 Comandos para cambiar las familias de fuentes en un documento

El comando `\renewcommand` se puede usar para **cambiar las fuentes** utilizadas por las tres **familias** básicas: romana (por defecto, `cmr`), sans serif (por defecto, `cmss`) y mono-espaciada (por defecto, `cmtt`).

9.6 Acceso a una fuente con los comandos `\newfont` y `\DeclareFixedFont`

Se había mencionado el comando `\DeclareTextFontCommand` para definir combinaciones particulares de tamaño y tipo de letra. Disponemos de dos instrucciones relacionadas para acceder a una fuente:

- Si se conoce el *nombre* de la fuente, se puede asignar un `\comando` para acceder a ésta, usando alguna de las instrucciones

```
\newfont{\comando}{nombre at tamaño}
```

```
\newfont{\comando}{nombre scaled factor}.
```

En el primer caso, el *tamaño* se indica en puntos (unidades `pt`), y en el segundo, el número deseado como aumento a escala se multiplica por 1000 para obtener el *factor* correspondiente.

- Si se conocen todos los *atributos* de la fuente, se puede usar la instrucción

```
\DeclareFixedFont{\comando}{codif. }{fam. }{serie}{var. }{tamaño}.
```

☞ El `\comando` definido por estas instrucciones es una **declaración global**.

9.7 Acceso a los símbolos de una fuente



Procesando el archivo `nfssfont.tex` se pueden observar todos los caracteres de una fuente (véase la descripción del proceso en las páginas 286–7 del libro).

`\symbol{código}` produce el símbolo correspondiente al *código* en la fuente actual. El *código* mismo debe ser un número octal (en base 8) precedido de ', o hexadecimal (en base 16) precedido de ". Los códigos correspondientes a cada símbolo se pueden observar procesando el archivo `nfssfont.tex`.

Familia	Series	Variantes	Nombre de la fuente
ptm	m, b	n, sl, it, sc	Adobe Times
ppl	m, b	n, sl, it, sc	Adobe Palatino
pnc	m, b	n, sl, it, sc	Adobe New Century Schoolbook
pbk	m, b	n, sl, it, sc	Adobe Bookman
phv	m, b, mc, bc	n, sl, sc	Adobe Helvetica
pag	m, b	n, sl, sc	Adobe Avant Garde
pcr	m, b	n, sl, sc	Adobe Courier
pzc	m	it	Zapf Chancery 
pzd	m	n	Zapf Dingbats 

Familias de fuentes de la colección PSNFSS.



TABLA 9.1

Paquete	romana	sans serif	typewriter	math
palatino 	Palatino	Helvetica	Courier	CM
bookman 	Bookman	Avant Garde	Courier	CM
newcent 	New Century Schoolbook	Avant Garde	Courier	CM
times 	Times	Helvetica	Courier	CM
chancery	Zapf Chancery	CM	CM	CM
mathptmx	Times	CM	CM	Ptmx
mathpazo	Palatino	CM	CM	Pazo

Principales paquetes de la colección PSNFSS.



TABLA 9.2

33		34		35		36		37		38		39		40		41	
42		43		44		45		46		47		48		49		50	
51		52		53		54		55		56		57		58		59	
60		61		62		63		64		65		66		67		68	
69		70		71		72		73		74		75		76		77	
78		79		80		81		82		83		84		85		86	
87		88		89		90		91		92		93		94		95	
96		97		98		99		100		101		102		103		104	
105		106		107		108		109		110		111		112		113	
114		115		116		117		118		119		120		121		122	
123		124		125		126				161		162		163		164	
165		166		167		168		169		170		171		172		173	
174		175		176		177		178		179		180		181		182	
183		184		185		186		187		188		189		190		191	
192		193		194		195		196		197		198		199		200	
201		202		203		204		205		206		207		208		209	
210		211		212		213		214		215		216		217		218	
219		220		221		222		223		224		225		226		227	
228		229		230		231		232		233		234		235		236	
237		238		239		240		241		242		243		244		245	
246		247		248		249		250		251		252		253		254	



A continuación se presenta una pequeña descripción del tradicional arte de la tipografía, en las [fuentes de la colección PSNFSS](#), excepto Courier mono-espaciada y Zapf Dingbats. Se usan los comandos `\fontfamily{...}\selectfont` (cambiando el argumento en cada caso).

Ejemplo

Escrito con letra de la familia **Times Roman** (ptm):

La tipografía. Hasta hace unas pocas décadas, el método tradicional de impresión era la tipografía o *composición de caja*. Se llamaba así porque los tipos de letra se guardaban en cajas, también denominadas *chibaletes*. Para componer un texto, el *cajista* ponía las letras, una al lado de otra, en un soporte guía llamado *componedor*. Entre las palabras colocaba tacos de metal y entre los renglones intercalaba finas regletas de metal, llamadas *interlíneas*. Los espacios y los márgenes se justificaban con piezas rectangulares hasta que cada página formara un bloque compacto, llamado *rama*. Toda esta operación se conocía como la *imposición del molde*.

**Ejemplo**

Escrito con letra de la familia **Palatino** (ppl):

La tipografía. Hasta hace unas pocas décadas, el método tradicional de impresión era la tipografía o *composición de caja*. Se llamaba así porque los tipos de letra se guardaban en cajas, también denominadas *chibaletes*. Para componer un texto, el *cajista* ponía las letras, una al lado de otra, en un soporte guía llamado *componedor*. Entre las palabras colocaba tacos de metal y entre los renglones intercalaba finas regletas de metal, llamadas *interlíneas*. Los espacios y los márgenes se justificaban con piezas rectangulares hasta que cada página formara un bloque compacto, llamado *rama*. Toda esta operación se conocía como la *imposición del molde*.





Ejemplo

Escrito con letra de la familia **Bookman** (pbk):

La tipografía. Hasta hace unas pocas décadas, el método tradicional de impresión era la tipografía o *composición de caja*. Se llamaba así porque los tipos de letra se guardaban en cajas, también denominadas *chibaletes*. Para componer un texto, el *cajista* ponía las letras, una al lado de otra, en un soporte guía llamado *compenedor*. Entre las palabras colocaba tacos de metal y entre los renglones intercalaba finas regletas de metal, llamadas *interlíneas*. Los espacios y los márgenes se justificaban con piezas rectangulares hasta que cada página formara un bloque compacto, llamado *rama*. Toda esta operación se conocía como la *imposición del molde*.



**Ejemplo**

Escrito con letra de la familia **New Century Schoolbook** (pnc):

La tipografía. Hasta hace unas pocas décadas, el método tradicional de impresión era la tipografía o *composición de caja*. Se llamaba así porque los tipos de letra se guardaban en cajas, también denominadas *chibaletes*. Para componer un texto, el *cajista* ponía las letras, una al lado de otra, en un soporte guía llamado *componedor*. Entre las palabras colocaba tacos de metal y entre los renglones intercalaba finas regletas de metal, llamadas *interlíneas*. Los espacios y los márgenes se justificaban con piezas rectangulares hasta que cada página formara un bloque compacto, llamado *rama*. Toda esta operación se conocía como la *imposición del molde*.





Ejemplo Escrito con letra de la familia **Avant Garde** (pag):

La tipografía. Hasta hace unas pocas décadas, el método tradicional de impresión era la tipografía o *composición de caja*. Se llamaba así porque los tipos de letra se guardaban en cajas, también denominadas *chibaletes*. Para componer un texto, el *cajista* ponía las letras, una al lado de otra, en un soporte guía llamado *componedor*. Entre las palabras colocaba tacos de metal y entre los renglones intercalaba finas regletas de metal, llamadas *interlíneas*. Los espacios y los márgenes se justificaban con piezas rectangulares hasta que cada página formara un bloque compacto, llamado *rama*. Toda esta operación se conocía como la *imposición del molde*.





Ejemplo Escrito con letra de la familia **Helvetica** (phv):

La tipografía. Hasta hace unas pocas décadas, el método tradicional de impresión era la tipografía o *composición de caja*. Se llamaba así porque los tipos de letra se guardaban en cajas, también denominadas *chibaletes*. Para componer un texto, el *cajista* ponía las letras, una al lado de otra, en un soporte guía llamado *componedor*. Entre las palabras colocaba tacos de metal y entre los renglones intercalaba finas regletas de metal, llamadas *interlíneas*. Los espacios y los márgenes se justificaban con piezas rectangulares hasta que cada página formara un bloque compacto, llamado *rama*. Toda esta operación se conocía como la *imposición del molde*.



**Ejemplo**

*Escrito con letra de la familia **Zapf Chancery** (pzc):*

La tipografía. Hasta hace unas pocas décadas, el método tradicional de impresión era la tipografía o composición de caja. Se llamaba así porque los tipos de letra se guardaban en cajas, también denominadas chibaletes. Para componer un texto, el cajista ponía las letras, una al lado de otra, en un soporte guía llamado componedor. Entre las palabras colocaba tacos de metal y entre los renglones intercalaba finas regletas de metal, llamadas interlíneas. Los espacios y los márgenes se justificaban con piezas rectangulares hasta que cada página formara un bloque compacto, llamado rama. Toda esta operación se conocía como la imposición del molde.

Ejemplo Ilustración del paquete `mathptmx`:

Teorema de Taylor. Si f es derivable en todo punto de un dominio Ω , f es analítica en Ω . Sea $a \in \Omega$ y $\overline{D}(a, r) \subseteq \Omega$, con $r > 0$. Entonces

$$f^{(n)}(a) = \frac{n!}{2i\pi} \int_{\alpha} \frac{f(\zeta)}{(\zeta - a)^{n+1}} d\zeta, \quad \alpha(t) = a + re^{2\pi it},$$

y

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} f^{(n)}(a) (z - a)^n, \quad z \in D(a, R),$$

donde $R = d(a, \mathbb{C} \setminus \Omega)$. Esta es la *serie de Taylor alrededor de a*.

Ejemplo

Ilustración del paquete `mathpazo`:

Teorema de Taylor. Si f es derivable en todo punto de un dominio Ω , f es analítica en Ω . Sea $a \in \Omega$ y $\overline{D}(a, r) \subseteq \Omega$, con $r > 0$. Entonces

$$f^{(n)}(a) = \frac{n!}{2i\pi} \int_{\alpha} \frac{f(\zeta)}{(\zeta - a)^{n+1}} d\zeta, \quad \alpha(t) = a + re^{2\pi it},$$

y

$$f(z) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{1}{n!} f^{(n)}(a) (z - a)^n, \quad z \in D(a, R),$$

donde $R = d(a, \mathbb{C} \setminus \Omega)$. Esta es la *serie de Taylor alrededor de a* .

Ejemplo

El entorno `dinglist`:

- ☞ Primer ítem de la lista.
- ☞ Segundo ítem de la lista.
- ☞ Tercer ítem de la lista.

```
\begin{dinglist}{43}
\item Primer ítem de la lista.
\item Segundo ítem de la lista.
\item Tercer ítem de la lista.
\end{dinglist}
```

Ejemplo

El entorno `dingautolist`:

- ❶ Primer ítem de la lista enumerada.
- ❷ Segundo ítem de la lista enumerada.
- ❸ Tercer ítem de la lista enumerada.

```
\begin{dingautolist}{202}
\item Primer ítem de la lista enumerada.
\item Segundo ítem de la lista enumerada.
\item Tercer ítem de la lista enumerada.
\end{dingautolist}
```

Ejemplo

El uso de `\dingfill`:

Inicio ➔ fin.
Inicio `\dingfill{235}` medio `\dingfill{235}` fin.

Cambio de fuentes:

Ejemplo

Si queremos que la letra principal del documento sea la letra sans serif de la fuente CM (`cmss`) escribimos, en el **preámbulo** del documento,

```
\renewcommand{\rmfamily}{cmss}
```

El cambio de letra se realizará de manera uniforme: `\textbf` producirá negrita sans serif, `\textit` producirá itálica sans serif (que es, en realidad, la misma letra sans serif inclinada obtenida con `\textit{sl}`), etc. De ser necesario, L^AT_EX hace sustituciones de fuentes. Por ejemplo, con `\textsc` L^AT_EX utiliza versalitas de la familia `cmr`, ya que no existe la variante `sc` en la fuente `cmss`.

Ejemplo

Los **paquetes de la colección PSNFSS** cambian las fuentes por medio de este tipo de redefiniciones. En el archivo `bookman.sty`, que define el paquete `bookman`, se encuentran los comandos

```
\renewcommand{\rmdefault}{pbk}
\renewcommand{\sfdefault}{pag}
\renewcommand{\ttdefault}{pcr}
```

Ejemplo El uso de `\newfont`:

```
\newfont{\funo}{cmsy10 at 14pt}
```

asigna el comando `\funo` a la fuente `cmsy10` en tamaño `14pt`. La misma fuente se puede asignar, aumentada 2.5 veces, a `\fdos`:

```
\newfont{\fdos}{cmsy10 scaled 2500}
```

O reducida un 70% a `\ftres`:

```
\newfont{\ftres}{cmsy10 scaled 700}
```

Ejemplo El uso de `\DeclareFixedFont`:

```
\DeclareFixedFont{\zcal}{OT1}{pzc}{m}{it}{13pt}
```

asigna el comando `\zcal` a la fuente `Zapf Chancery` en tamaño de `13pt`. Después de esa asignación, el comando `\zcal` actúa como comando de cambio de fuente:

Si las leyes de la mecánica son válidas en un sistema coordenado, entonces también se cumplen en cualquier sistema coordenado que se mueva uniformemente con relación al primero.

```
\begin{quote}
\zcal Si las leyes de la mecánica son válidas en un sistema coordenado,
entonces también se cumplen en cualquier sistema coordenado que se mueva
uniformemente con relación al primero.
\end{quote}
```

Ejemplo

El uso de `\symbol`:



```
\newfont{\fuenteb}{cmsy10 scaled 2000}
\centerline{\fuenteb \symbol{'174} \symbol{'175} \symbol{'176} \symbol{'177}}
```



El Chi Lee
La Torre de Papel
Atenas

25 de Marzo de 2000

Dr. Juan Peregrino
Facultad de Ciencias Inexactas
Universidad del Cuarto Mundo
Samarkanda

Estimado señor Peregrino:

Lamento informarle que su trabajo titulado “La vuelta al mundo en 8000 páginas” no puede ser publicado debido a que los costos editoriales de un libro de 8000 páginas, como el que Ud. propone en su manuscrito, exceden los límites de inversión y riesgo que la editorial *La Torre de Papel* puede asumir en las actuales condiciones del mercado.

Nuestras consideraciones de aprecio,

El Chi Lee
Director editorial

Copia a: Gerente comercial
Oficina Jurídica

Adjunto: Cancelación del pre-contrato

P.S. El manuscrito no será devuelto



10

Documentos L^AT_EX interactivos

En este capítulo se describen las dos herramientas principales para producir documentos L^AT_EX interactivos en formato PDF: el paquete `hyperref` y el programa `pdfLATEX`. La presente versión electrónica de *El Universo L^AT_EX* fue realizada con las herramientas descritas aquí descritas. Como un ejemplo más modesto, el lector puede examinar el documento interactivo mencionado en la sección 10.4.

10.1 Archivos en formato PDF

La principal diferencia entre un documento interactivo PDF  y uno HTML es que el primero tiene un formato (márgenes, fuentes, colores, etc) completamente rígido. Además, PDF es más apropiado que HTML para documentos con muchas expresiones matemáticas, por lo cual se ha convertido en uno de los preferidos para publicación electrónica. Además, Adobe distribuye gratuitamente el visor de archivos PDF: el programa **Acrobat Reader**.

Para el usuario de L^AT_EX, las dos maneras más prácticas de generar un archivo PDF son:

- (1) **tex → dvi → pdf**, a través del programa **dvipdfm**.

Desde la línea de comandos: **dvipdfm doc.dvi**.

- (2) **tex → pdf**, usando **pdftEX** o su versión para L^AT_EX, **pdfL^AT_EX**.

Desde la línea de comandos: **pdflatex doc.tex**.

Para producir documentos PDF interactivos, recomendamos cargar el paquete **hyperref** y procesar los archivos con **pdfL^AT_EX**. En este caso, los paquetes **color** y **graphicx** deben cargarse con la opción **pdftex** .



Más detalles en las páginas 289–291 del libro.

10.2 El paquete **hyperref**

El paquete **hyperref**  incorpora características interactivas a los documentos L^AT_EX; las **referencias cruzadas**, por ejemplo, se convierten en enlaces interactivos. Puesto que **hyperref** re-define varios comandos importantes de L^AT_EX, se recomienda que sea el último paquete cargado. También es aconsejable que no haya archivos auxiliares **.aux**, **.toc**, **.lof**, **.bb1** o **.idx** creados antes de cargar el paquete. El paquete es incompatible con el programa **PSTricks**.

Al procesar el documento fuente con **pdfl^AT_EX**, se obtiene un documento PDF interactivo. En tal caso, es recomendable **cargar el paquete hyperref con la opción pdftex**. Adicionalmente, el paquete **graphicx**, también debe cargarse con la opción **pdftex**.



Véase más información general en la página 292 del libro.

10.2.1 Opciones de **hyperref**

\hypersetup{opciones} es una manera alternativa de escribir las opciones del paquete **hyperref** (en lugar de escribirlas en el argumento opcional del comando **\usepackage**).



Opciones generales. `hyperref` conserva el formato de página declarado con `\documentclass`, `\pagestyle` y el paquete `fancyhdr`. Se dispone de algunas [opciones adicionales](#).

Opciones para enlaces. La apariencia de los [enlaces](#) producidos con `hyperref` depende del procesamiento utilizado.

La opción `colorlinks` modifica el estilo de los enlaces; los colores utilizados se pueden cambiar con [opciones de color](#).

Existen [opciones para la bibliografía y el índice alfabético](#) que activan funciones interactivas para esas partes del documento.



Opciones específicas para documentos PDF. Estas [opciones específicas](#) tienen efecto sólo en documentos PDF, y es mejor escribirlas mediante el comando `\hypersetup`, para evitar conflictos con los símbolos acentuados (detalles: página 294 del libro).

10.2.2 Enlaces internos y externos

Además de los enlaces básicos que `hyperref` crea con los comandos `\label`, `\ref`, `\pageref` y `\cite`, existen los siguientes comandos para enlaces interactivos:



\nameref Se usa como **\ref**, pero produce el *nombre* del capítulo o sección.

\hypertarget{clave}{texto} es análogo a **\label** de L^AT_EX, pero se puede usar para una referencia cruzada hacia un *texto* arbitrario. Sólo sirve para enlaces internos (dentro del mismo documento).

\hyperlink{clave}{expresión} es análogo a **\ref**, y establece un enlace interno hacia un destino creado previamente con **\hypertarget**. La *expresión* aparece resaltada como hipertexto.

\href{file:archivo}{expresión} crea un enlace externo hacia un *archivo* externo. La *expresión* aparece resaltada como hipertexto. 

\href{run:archivo}{expresión} similar a **\href{file:...}** pero el enlace inicia el programa asociado al *archivo* especificado.

\hyperdef{categoría}{clave} es análogo a **\hypertarget**, pero para enlaces externos. El destino del enlace es la página donde aparece esta instrucción, y la *clave* es su nombre. El argumento *categoría* sirve para clasificar los destinos con nombres escogidos por el usuario.

\hyperref{file:archivo}{categoría}{clave}{expresión} crea un enlace cuyo destino debe ser definido con **\hypertarget** en el *archivo* indi-





cado. La *expresión* aparece resaltada como hipertexto. Se pueden definir enlaces internos de este tipo escribiendo:

`\hyperref{}{categoría}{clave}{expresión}.`

`\url{dirección URL}` Crea un enlace; un *click* sobre la *dirección URL* inicia el navegador configurado en el sistema local, y conduce a la página *Web* correspondiente.

`\href{dirección URL}{expresión}` Similar a la instrucción anterior pero la *expresión* queda activada como enlace para iniciar el navegador.

10.2.3 Inclusión de gráficas

Cuando un documento se procesa con pdfL^AT_EX, el paquete `graphicx` debe cargarse con la opción `pdftex`. En tal caso, el comando `\includegraphics` permite importar gráficas en los formatos PDF, JPEG, PNG y TIFF.

Las gráficas importadas con `\includegraphics` pueden convertirse en hipérgraficas (enlaces interactivos) si se invocan dentro del argumento *expresión* de alguno de los comandos `\href`, `\hyperref` o `\hyperlink`.



10.2.4 Acciones de menú en Acrobat Reader o Adobe Acrobat

`\Acrobatmenu[acción de menú]{expresión}` convierte la *expresión* en un enlace que ejecuta la *acción de menú* especificada.

10.2.5 Control sobre la lista de Marcadores (*Bookmarks*)

El panel de *Marcadores* (*Bookmarks*) es generado automáticamente por el paquete `hyperref`, a partir de la información de los **comandos divisionales** del documento (a menos que se use la opción `bookmarks=false`).

`\textorpdfstring[comando o texto LATEX]{texto PDF}` es necesario si el título de un capítulo, sección, o cualquier otro texto que deba aparecer en los *Marcadores* contiene comandos L^AT_EX. El primer argumento está destinado para el cuerpo del documento; el segundo argumento contiene el texto para los *Marcadores* (*Bookmarks*).

`\pdfbookmark[nivel]{Texto del ítem}{clave}` añade el *Texto del ítem* a la lista de *Marcadores* (*Bookmarks*). La *clave* (que debe ser única para cada ítem añadido) es escogida por el usuario.

10.3 Los programas **pdfT_EX** y **pdfL^AT_EX**



Se ha recomendado generar los documentos PDF procesando el documento fuente con **pdfL^AT_EX** (véase información histórica sobre este programa y su documentación en la página 301 del libro). Esto permite usar los comandos primarios de este programa que se describen en esta sección.

10.3.1 Configuración de **pdfT_EX**

El programa **pdfL^AT_EX** es controlado por ciertos parámetros contenidos en el archivo `pdftex.cfg`. Estos parámetros se pueden modificar directamente en ese archivo, o usando [comandos especiales de configuración](#) en el documento, inmediatamente después de `\begin{document}`.

10.3.2 Algunos comandos primarios de pdfT_EX

Los siguientes comandos no tienen contraparte en el paquete **hyperref**:

`\pdfoutline goto file {archivo PDF} page n {modo} {Texto}` añade el *Texto* a la lista de *bookmarks*. Un *click* del lector sobre éste conduce al *archivo PDF*,  abierto en la página *n*, y desplegado en el *modo* indicado.

`\pdfoutline goto file {archivo PDF} name {clave} {modo} {Texto}` es otra versión del mismo comando, que conduce a la página en la que aparece la *clave*, previamente definida con `\pdfdest`:

`\pdfdest name {clave} modo` define una *clave* para el comando anterior.
El *modo* es opcional.

`\pdfannot width l height h depth d
{/Subtype /Text /Contents (texto de la nota)}` crea una anotación, es decir una ventana desplegable con un ícono de la forma  Las dimensiones *l*, *h*, *d* (ancho, altura, profundidad) se refieren a la ventana desplegada, no al ícono. Entre los corchetes pueden aparecer **parámetros adicionales**. En el *texto de la nota* no pueden aparecer comandos T_EX. 

10.4 Ejemplo de un documento L^AT_EX interactivo en formato PDF

Como un ejemplo independiente, hemos incluido, en la carpeta `/EjemploPDF/` del CD adjunto a *El Universo L^AT_EX*, el documento interactivo `Ejemplo.pdf`, junto con su archivo fuente `Ejemplo.tex` y otros archivos subsidiarios. Se invita al lector a examinar con detenimiento este documento, en el cual se han utilizado muchas de las opciones y comandos del paquete `hyperref`.



Véase también la sección 10.4 del libro (páginas 306–307) para una explicación más detallada de las diferentes facetas de este ejemplo.

Parámetro	Comando	Función
compress_level	\pdfcompresslevel	Nivel de compresión del archivo PDF. 
page_width	\pdfpagewidth	Anchura de la página.
page_height	\pdfpageheight	Altura de la página.
horigin	\pdfhorigin	Margen izquierdo de la página.
vorigin	\pdfhorigin	Margen superior de la página.
output_format	\pdfoutput	Con valor positivo se produce un archivo PDF, con valor 0 ó negativo se produce un DVI. 
decimal_digits	\pdfdecimaldigits	Número de dígitos de la aritmética interna de pdftEX. 
pk_resolution	\pdfpkresolution	Resolución de las fuentes .pk. 
map	_____	Indica los archivos .map de mapeo de fuentes. Véase más información en las páginas 302–303 del libro. 

Parámetros y comandos de configuración de pdftEX.

/C [r g b]	Color de la papeleta o icono de notas y de la barra superior de su ventana abierta, en el modelo rgb . Por defecto, este color es amarillo.
/T (<i>título</i>)	Añade un <i>título</i> a la nota. Por defecto, la ventana de notas no lleva título.
/Open true	Hace que la ventana de la nota aparezca abierta. Por defecto, aparece visible únicamente la papeleta o icono de notas.

Parámetros adicionales para **\pdfannot**.

<code>draft</code>	Enlaces e hipertexto desactivados; por defecto: <code>false</code> .
<code>debug</code>	Mensajes adicionales de diagnóstico en el archivo <code>.log</code> ; por defecto: <code>false</code> .
<code>a4paper</code>	Tamaño de página: 210mm × 297mm.
<code>letterpaper</code>	Tamaño de página: 8.5in × 11in.
<code>legalpaper</code>	Tamaño de página: 8.5in × 14in.

Opciones generales del paquete `hyperref`.



TABLA 10.1

colorlinks	Opción booleana; por defecto: <code>false</code> . Al escribir la opción <code>colorlinks=true</code> (o simplemente <code>colorlinks</code>), los enlaces adquieren colores.
linkcolor	Color de los enlaces internos. Por defecto: <code>red</code> (rojo).
citecolor	Color para las citas bibliográficas producidas con <code>\cite</code> . Por defecto: <code>green</code> (verde).
pagecolor	Color de los enlaces a páginas establecidos con <code>\pageref</code> . Por defecto: <code>red</code> .
filecolor	Color de los enlaces a archivos locales, establecidos con los comandos <code>\href{file:...}</code> , <code>\href{run:...}</code> y <code>\hyperref{file:...}</code> . Por defecto: <code>magenta</code> (rosado).
urlcolor	Color de los enlaces a direcciones URL, establecidos con <code>\url</code> y <code>\href</code> . Por defecto: <code>magenta</code> .
menucolor	Color de los enlaces a las opciones de menú de Acrobat Reader producidas con <code>\Acrobatmenu</code> . Por defecto: <code>red</code> .

Opciones de `hyperref` para colores de los **enlaces**.



TABLA 10.2

<code>bookmarks</code>	Opción booleana; por defecto: <code>true</code> . Para el panel <i>Marcadores (Bookmarks)</i> característico de los archivos PDF. Se genera con la información de los mandos divisionales <code>\chapter</code> , <code>\section</code> , etc. Para prescindir de los <i>Bookmarks</i> se debe cargar el paquete con la opción <code>bookmarks=false</code> .
<code>bookmarksopen</code>	Expande el árbol de <i>Marcadores (Bookmarks)</i> . Opción booleana; por defecto: <code>false</code> .
<code>bookmarksnumbered</code>	Coloca números de capítulos y secciones en los <i>Bookmarks</i> . Opción booleana; por defecto: <code>false</code> .
<code>pdftitle</code>	Para el campo Title en la plantilla Document Info de Acrobat Reader.
<code>pdfauthor</code>	Para el campo Author en la plantilla Document Info de Acrobat Reader.
<code>pdfsubject</code>	Para el campo Subject en la plantilla Document Info de Acrobat Reader.
<code>pdfkeywords</code>	Para el campo Keywords en la plantilla Document Info de Acrobat Reader. 

Opciones de **hyperref** para documentos PDF.



TABLA 10.3

backref	En la bibliografía final se añaden enlaces a las secciones en las que aparecen los comandos <code>\cite</code> . Esta opción funciona adecuadamente sólo si se deja un renglón en blanco después del texto completo de cada <code>\bibitem</code> . Opción booleana; por defecto: <code>false</code> .
pagebackref	Funciona como <code>backref</code> pero los enlaces remiten a las páginas en las que aparecen los comandos <code>\cite</code> . Opción booleana; por defecto: <code>false</code> .
hyperindex	En el índice alfabético las páginas indicadas para cada ítem se convierten en enlaces. Se advierte que esta opción no es muy estable; el uso del modificador <code> </code> en los comandos <code>\index</code> , por ejemplo, puede conducir a mensajes de error. Opción booleana; por defecto: <code>false</code> .

Opciones de **hyperref** para la bibliografía y el índice alfabético.



TABLA 10.4

File	Open, Close, Scan, Save, SaveAs, Optimizer:SaveAsOpt, Print, PageSetup, Quit
File→Import	ImportImage, ImportNotes, AcroForm:ImportPDF
File→Export	ExportNotes, AcroForm:ExportPDF
File→DocumentInfo	GeneralInfo, OpenInfo, FontsInfo, SecurityInfo, Weblink:Base, AutoIndex:DocInfo
File→Preferences	GeneralPrefs, NotePrefs, FullScreenPrefs, Weblink:Prefs, AcroSearch:Preferences (Windows), AcroSearch:Prefs (Mac), Cpt:Capture Edit Undo, Cut, Copy, Paste, Clear, SelectAll, Ole:CopyFile, TouchUp:TextAttributes, TouchUp:FitTextToSelection, TouchUp>ShowLineMarkers, TouchUp>ShowCaptureSuspects, TouchUp:FindSuspect, Properties
Edit→Fields	AcroForm:Duplicate, AcroForm:TabOrder
Document	Cpt:CapturePages, AcroForm:Actions, CropPages, RotatePages, InsertPages, ExtractPages, ReplacePages, DeletePages, NewBookmark, SetBookmarkDest, CreateAllThumbs, DeleteAllThumbs
View	ActualSize, FitVisible, FitWidth, FitPage, ZoomTo, FullScreen, FirstPage, PrevPage, NextPage , LastPage, GoToPage, GoBack, GoForward, SinglePage, OneColumn, TwoColumns, ArticleThreads, PageOnly, ShowBookmarks, ShowThumbs
Tools	Hand, ZoomIn, ZoomOut, SelectText, SelectGraphics, Note, Link, Thread, AcroForm:Tool, TouchUp:TextTool, AcroMovie:MoviePlayer, Find, FindAgain, FindNextNote, CreateNotesFile
Tools→Search	AcroSrch:Query, AcroSrch:Indexes, AcroSrch:Results, AcroSrch:Assist, AcroSrch:PrevDoc, AcroSrch:PrevHit, AcroSrch:NextHit, AcroSrch:NextDoc
Window	CloseAll, ShowHideToolBar, ShowHideMenuBar, ShowHideClipboard, Cascade, TileHorizontal, TileVertical,
Help	HelpUserGuide, HelpTutorial, HelpExchange, HelpScan, HelpCapture, HelpPDFWriter, HelpDistiller, HelpSearch, HelpCatalog, HelpReader, Weblink:Home Help (Windows) About

Acciones disponibles para el comando **\Acrobatmenu**.

TABLA 10.5

Ejemplo

Se carga el paquete `hyperref` sujeto a algunas opciones:

```
\usepackage[pdftex,letterpaper,bookmarksnumbered,colorlinks,%
backref]{hyperref}
```

El uso de `\hypersetup`:

Ejemplo

Se carga el paquete `hyperref` con la opción genérica `pdftex` y luego se escriben las demás opciones en el argumento de `\hypersetup`. Obsérvese que los campos de la forma pdf... contienen acentos y que `pdfauthor` contiene el comando L^AT_EX `\textcopyright` para el símbolo ©.

```
\usepackage[pdftex]{hyperref}
\hypersetup{bookmarksopen,bookmarksnumbered,colorlinks,linkcolor=blue,%
legalpaper,pagebackref,pdftitle=Las asombrosas propiedades del neutrón,%
pdfauthor=Jimmy Neutrón ©,pdfsubject=física atómica,%
pdfkeywords=partículas atómicas; neutrones}
```

Gráficas activas o hiper-gráficas:

Ejemplo

La instrucción

```
\hyperlink{imag}{\includegraphics[scale=0.5]{%  
C:/Archivos/Imagenes/graf5.png}}
```

inserta la gráfica `graf5.png`, reducida al 50% de su tamaño original, y la activa como enlace. El destino de tal enlace debe ser establecido previamente, con la clave `imag`, usando el comando `\hypertarget`.

El uso de `\Acrobatmenu`:

Ejemplo

La instrucción `\Acrobatmenu{NextPage}{Página siguiente}` crea el hipertexto ‘Página siguiente’; un *click* sobre éste conduce a la página siguiente del documento PDF. Usando comandos del paquete `color` se puede hacer que el enlace tenga apariencia de botón; por ejemplo, al escribir

```
\Acrobatmenu{NextPage}{\colorbox{yellow}{\color{red}Página siguiente}}
```

el enlace ‘Página siguiente’ aparece en letra roja sobre una caja de fondo amarillo.

El uso de `\textorpdfstring`:

Ejemplo

La instrucción

```
\section{\textorpdfstring{H$_2$O}{Agua} y sus propiedades}
```

crea la sección titulada ‘H₂O y sus propiedades’, la cual aparece en la lista de *Marcadores (Bookmarks)* como ‘Agua y sus propiedades’.

El uso de `\pdfbookmark`:

Ejemplo

Si la bibliografía del documento se escribe recurriendo al entorno `thebibliography`, su título (‘Bibliografía’ o ‘Referencias’) no aparece en la lista de *Marcadores (Bookmarks)*. No obstante, si escribimos la instrucción

```
\pdfbookmark[0]{Bibliografía}{bib}
```

inmediatamente antes de `\begin{thebibliography}`, el ítem titulado ‘Bibliografía’ aparecerá como *marcador* en el nivel 0 (nivel de capítulos).

El uso de \pdfannot:

Ejemplo

Habiendo cargado las fuentes AE, las instrucciones que siguen dan lugar a la papeleta de notas de color amarillo que aparece en esta página.



```
\pdfannot width 10cm height 4cm depth 5pt {/C [1 1 0] /T (Nota histórica)
/Subtype /Text /Contents (El principio de inclusión y exclusión fue
enunciado formalmente por primera vez por el matemático portugués Daniel
Augusto da Silva (1814--1878). Su generalización más amplia se debe a
Camille Jordan (1858--1922).)}
```



Gráficas con el paquete **PSTricks**

11.1 El programa **PSTricks** y su instalación

PSTricks  es una colección de sofisticados macros **T_EX**, basados en el lenguaje de programación PostScript. El presente capítulo pretende ser una guía completa de **PSTricks**, con abundantes ejemplos de “la vida real”. Sólo unos pocos comandos se han omitido, ya sea por su limitada utilidad, o porque sus efectos se pueden conseguir más eficientemente con otros comandos, o porque su uso puede conducir a serios conflictos con PostScript.



En las páginas 309–310 del libro se encuentra una guía de instalación de **PSTricks**. Para verificar que el paquete ha sido instalado correctamente, sugerimos al lector transcribir y procesar el documento fuente que se encuentra en la página 310, tras lo cual se debe obtener [este despliegue](#).

11.2 Las características básicas de una gráfica en **PSTricks**

La manera más práctica de utilizar **PSTricks** con L^AT_EX para hacer una gráfica determinada es por medio del entorno **pspicture**:

```
\begin{pspicture}(x0,y0)(x1,y1)
    ... comandos de la gráfica ...
\end{pspicture}
```

L^AT_EX reserva para la gráfica el rectángulo cuyos vértices opuestos son (x_0, y_0) y (x_1, y_1) . La gráfica misma puede exceder los bordes del rectángulo, sin originar mensaje de error alguno.  Si se omite el punto (x_0, y_0) , **PSTricks** reserva el rectángulo con vértices opuestos $(0, 0)$ y (x_1, y_1) .

La unidad de medida básica se controla con el parámetro **unit**. Por defecto, su valor es de 1 cm, pero se puede cambiar con la instrucción  De hecho, **PSTricks** utiliza dos parámetros para las unidades de medida: **xunit**, para las coordenadas horizontales, y **yunit** para las verticales. Por defecto, **unit=xunit=yunit=1cm**. Los valores de **xunit** y **yunit** se pueden cambiar independientemente. Por ejemplo, la instrucción

```
\psset{xunit=0.7cm,yunit=1.5cm}
```



colocada antes de `\begin{pspicture}`, cambia las dos unidades de manera independiente.

Como guía en el trazado de gráficas, es útil tener a disposición una grilla o cuadrícula del tamaño de la gráfica. Tal grilla no está pre-definida en **PSTricks** pero podemos definirla de la siguiente manera:

```
\newpsobject{grilla}{psgrid}%
{subgriddiv=1,griddots=10,gridlabels=6pt}
```

El comando `\grilla` traza una cuadrícula punteada en intervalos de 1 mm y sub-dividida en unidades de 1 cm.

- ☞ En la mayoría de ejemplos del presente capítulo usaremos el comando `\grilla` como ayuda visual para el lector. Una vez elaborada la gráfica, el usuario puede borrar la instrucción para eliminar completamente la grilla.

11.3 El uso de colores en **PSTricks**

Con **PSTricks** se debe cargar el paquete `pst-col`, en lugar del paquete `color`. Así, para cargar todos los módulos de **PSTricks**, con capacidad de color completa, se escribe

```
\usepackage{pst-all}
\usepackage{pstcol}
```

en el **preámbulo** del documento.

Los colores de la [lista de colores básicos](#), pre-definidos en **PSTricks**, se pueden usar libremente en todas las construcciones gráficas, con las **declaraciones globales** `\gray ...`, `\red ...`, `\blue ...`, ..., etc.

11.4 Líneas rectas

`\psline[opciones]{flechas o extremos}(x_0, y_0) $(x_1, y_1) \cdots (x_n, y_n)$` une los puntos (x_0, y_0) , $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$. Si aparece un solo punto en la lista, éste se une con el origen de coordenadas $(0, 0)$.

`\qline(x_1, y_1)(x_2, y_2)` es la versión simplificada de `\psline`: traza un segmento de recta que une los puntos (x_1, y_1) y (x_2, y_2) .

11.5 Polígonos

`\pspolygon [opciones] (x0, y0)(x1, y1) ··· (xn, yn)` traza un polígono uniendo los puntos (x₀, y₀), (x₁, y₁), ..., (x_n, y_n).

`\psframe [opciones] (x1, y1)(x2, y2)` traza un rectángulo cuyos vértices o puestos son (x₁, y₁) y (x₂, y₂).  Para bordes redondeados se debe usar el parámetro `framearc` en vez de `lineararc` y su valor debe ser un número entre 0 y 1.

`\pstriangle [opciones] (x, y)(b, h)` dibuja un triángulo isóceles con base *b*, centrada en (x, y), y altura *h*.

`\psdiamond [opciones] (x, y)(h, v)` dibuja un diamante (rombo) centrado en (x, y), semidiagonal horizontal *h* y semidiagonal vertical *v*.

11.6 Circunferencias y arcos de circunferencia

Los siguientes comandos sirven para trazar circunferencias y arcos; los ángulos se miden en grados sexagesimales, entre -360 y 360 .

`\pscircle[opciones](x,y){radio}` traza el círculo centrado en el punto (x, y) y radio dado.

`\psarc[opciones]{flechas}(x,y){radio}{ángulo A}{ángulo B}` traza un arco de la circunferencia centrada en (x, y) y radio dado, desde el ángulo A hasta el B , en la dirección anti-horaria.

`\psarcn[opciones]{flechas}(x,y){radio}{ángulo A}{ángulo B}` traza un arco de la circunferencia centrada en (x, y) y radio dado, desde el ángulo A hasta el B , en la dirección horaria.

`\pswedge[opciones] (x,y){radio}{ángulo A}{ángulo B}` traza el sector circular (*wedge*) de la circunferencia centrada en (x, y) y radio dado, desde el ángulo A hasta el B , en la dirección anti-horaria.

`\psdisk(x,y){radio}` es la versión simplificada de `\pscircle` para trazar círculos; no admite opciones.

11.7 Elipses

`\psellipse[opciones](x,y)(a,b)` traza la elipse centrada en el punto (*x*,*y*), semi-eje horizontal *a* y semi-eje vertical *b*. Las elipses se pueden rotar usando los **comandos de rotación**.

11.8 Paráolas

`\parabola[opciones]{flechas}(x0,y0)(m1,m2)` traza la parábola que pasa por el punto (*x*₀,*y*₀) y cuyo máximo o mínimo es (*m*₁,*m*₂). El parámetro *flechas* es opcional. Las paráolas se pueden rotar usando los **comandos de rotación**.

11.9 Relleno y sombreado de regiones. Parte I.

El parámetro **fillstyle** controla el tipo de relleno de regiones cerradas. Las tres modalidades de relleno son:

Relleno con líneas rectas, controlado por **cuatro parámetros** adicionales.

Relleno “sólido” con el **color** especificado por el parámetro **fillcolor**.

Sombreado gradual, controlado por **cinco parámetros** adicionales. Esta es uno de los macros más sofisticados de **PSTricks**.

11.10 Sombras

Todas las líneas rectas y curvas admiten sombras, obtenidas con la opción `shadow=true` y controladas por tres **parámetros**, para el tamaño, la posición y el color.

11.11 Puntos

`\psdots [dotstyle=···](x0,y0)(x1,y1) ··· (xn,yn)` coloca un “punto” en cada (x_i, y_i) . Por defecto, `dotstyle=*`.

11.12 Los comandos “estrella”

Todo comando gráfico de **PSTricks** (excepto aquéllos que comienzan con \q) tiene su “versión estrella”. Por ejemplo, \pscircle*, \pspolygon*, \pswedge*, etc. Con ellos, el objeto gráfico correspondiente se “rellena” con el **color** determinado por el parámetro **linecolor**. Automáticamente **linewidth** toma el valor 0, **fillstyle** asume el valor **solid**, **linestyle** el valor **none** y **fillcolor** utiliza el **color** especificado por **linecolor**.

11.13 Texto enmarcado

Los siguientes comandos, usados para enmarcar *texto*, no requieren ni coordenadas ni el entorno **pspicture**. En ese sentido son análogos al comando **\fbox** de L^AT_EX: el tamaño de la caja o marco depende del *texto* que encierra y es escogido automáticamente por **PSTricks**.

Se dispone de las *opciones* para trazado de líneas, relleno y sombras. Además, el parámetro adicional **framesep=n** controla la distancia entre los bordes del marco y el texto que encierra. Su valor por defecto es **3pt**.

\psframebox[*opciones*]{*texto*} Marco rectangular.

\psdblframebox[*opciones*]{*texto*} Doble marco rectangular.

\pstribox[*opciones*]{*texto*} Marco triangular.

\psdiabox[*opciones*]{*texto*} Marco en forma de rombo.

\pscirclebox[*opciones*]{*texto*} Marco circular.

\psovalbox[*opciones*]{*texto*} Marco oval o elíptico.



Los comandos para enmarcar texto tienen su “versión estrella” (`\psframebox*`, `\pstribox*`, etc), de particular interés: el **color** de los marcos y su interior es el parámetro `fillcolor` (y no `linecolor`); como resultado, el marco oculta lo que haya detrás.

11.14 Colocación y rotación de objetos

`\rput [posición] {ángulo de rotación} (x,y) {objeto}` coloca el *objeto* en el punto (x, y) . Los argumentos `[posición]` y `{ángulo de rotación}` son opcionales. El primero de ellos se refiere a la posición en la que se coloca el *objeto* con respecto al punto (x, y) . El valor por defecto es `[c]`. El *ángulo de rotación* se mide en grados, entre -360 y 360 ; para éste se pueden usar ciertas [abreviaturas](#).

- ☞ La “versión estrella” de `\rput` tiene la misma sintaxis y el mismo efecto, excepto que la [caja](#) L^AT_EX que contiene al *objeto* oculta todo lo que está detrás.

11.15 Colocación de etiquetas

`\uput[separación][referencia]{ángulo de rotación}(x,y){objeto}`

coloca el *objeto* separado del punto (x, y) por la distancia *separación*, y en la posición de *referencia* respecto de él. El argumento *ángulo de rotación* es opcional y para él se pueden usar las mismas *abreviaturas* de `\rput`. El argumento *referencia*, que es *obligatorio*, también es un ángulo, y para él existen ciertas *abreviaturas* útiles.

- ☞ La “versión estrella” de `\uput` tiene la misma sintaxis y el mismo efecto, excepto que la *caja* L^AT_EX que contiene al *objeto* oculta todo lo que está detrás.

11.16 Ejes coordenados

`\psaxes[opciones]{flechas}(x_0, y_0) (x_1, y_1) (x_2, y_2)` traza un par de ejes coordinados en el rectángulo de vértices opuestos (x_1, y_1) y (x_2, y_2) , con el origen en (x_0, y_0) . Se dispone de las *opciones* para **trazado de líneas** y las **opciones propias de \psaxes**.

- ☞ Los puntos (x_0, y_0) y (x_1, y_1) se pueden omitir, en cuyo caso el sistema tiene origen en $(0, 0)$, con x_2 unidades horizontales y y_2 unidades verticales.
- ☞ La posición de las etiquetas se controla cambiando el orden de los vértices opuestos.

11.17 Grillas

`\psgrid[opciones](x_0, y_0)(x_1, y_1)(x_2, y_2)` traza una grilla con vértices opuestos (x_1, y_1) y (x_2, y_2) e intervalos numerados. El punto (x_0, y_0) , que se puede omitir, indica el origen de numeración de la grilla.

- ☞ El comando simple `\psgrid`, sin argumentos, produce una grilla que se extiende a lo largo y ancho del área establecida con `\begin{pspicture}`.

11.18 Repeticiones

`\multirput [posición] {ángulo de rotación} (x,y) ($\Delta x, \Delta y$) {n} {objeto}`

es una extensión de `\rput` que coloca n copias del *objeto* dado en los puntos (x, y) , $(x + \Delta x, y + \Delta y)$, $(x + 2\Delta x, y + 2\Delta y)$, etc.

`\multiput {ángulo de rotación} (x,y) ($\Delta x, \Delta y$) {n} {gráfica}` es similar a

`\multirput` pero no usa el argumento *posición*. Es más apropiado para la colocación de gráficas relativamente complejas.

- ☞ Con `\multirput` y `\multiput` se pueden usar las **abreviaturas** de `\rput` para el *ángulo de rotación*.
- ☞ `\multirput` sólo admite coordenadas cartesianas pero con `\multiput` se pueden usar **otras coordenadas**.

11.19 Objetos gráficos personalizados

`\newpsobject{nombre}{objeto}{parámetros}` crea el comando personal `\nombre`, que representa un objeto gráfico de **PSTricks** con *parámetros* particulares. El comando `\objeto` debe existir en **PSTricks** y los *parámetros* establecidos deben ser válidos para él.

- ☞ Nótese que en la definición de `\newpsobject` se escribe `nombre` en vez de `\nombre` y `objeto` en vez de `\objeto`.



11.20 Trazado de curvas por interpolación I

`\pscurve [opciones] {flechas} (x1, y1) (x2, y2) ··· (xn, yn)` traza una curva que pasa por los puntos dados.

`\psccurve [opciones] {flechas} (x1, y1) (x2, y2) ··· (xn, yn)` traza una curva cerrada que pasa por los puntos dados.

`\pseccurve [opciones] {flechas} (x1, y1) (x2, y2) ··· (xn, yn)` traza una curva cerrada que pasa por los puntos dados, pero el primero y el último no se muestran en la curva final.

Por defecto, la interpolación se hace de tal manera que para tres puntos consecutivos A , B y C , en la lista de puntos dados, la curva en el punto B es perpendicular a la bisectriz del ángulo $\angle ABC$.

Las *opciones* disponibles incluyen las de [trazado de líneas](#), además de otros dos parámetros:

`curvature=r s t` permite modificar la curvatura de la curva obtenida; r , s y t son reales entre -1 y 1 . Sobre su significado y uso se remite al lector a la página 344 del libro.



`showpoints=true` hace que los puntos dados $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ aparezcan resaltados con el símbolo `•`, o el indicado por el parámetro `dotstyle`. Por defecto, `showpoints=false`.

11.21 Trazado de curvas por interpolación II



Los comandos `\listplot`, `\savedata`, `\readdata` y `\dataplot`, para trazado de curvas por interpolación, están concebidos para listas extensas de datos generadas por paquetes de computación científica como *Mathematica*, *Maple* o *Derive*. Remitimos al lector a la sección 11.21 (páginas 348–350) del libro para una descripción detallada de estos comandos.

11.22 Trazado de funciones a partir de su ecuación

`\psplot[opciones]{x1}{x2}{función}` dibuja la *función* dada entre los valores x_1 y x_2 del dominio. La fórmula que define la *función* se debe escribir en la [sintaxis del lenguaje PostScript](#). Como *opciones* se pueden usar las de [trazado de líneas](#) y dos parámetros adicionales:

`plotstyle` puede tomar los valores `dots`, `polygon`, `curve`, `ecurve`, `ccurve` y `line`, según la naturaleza de la función. Para curvas “suaves” se recomienda usar `curve` (para curvas abiertas) y `ccurve` (para curvas cerradas).

`plotpoints` se refiere al número de puntos utilizado para calcular la función. Para obtener curvas más “suaves” se recomienda usar valores grandes (por ejemplo 100, 300 ó 500).

- ☞ La variable dependiente en `\psplot` debe ser siempre x .
- ☞ Las funciones seno y coseno asumen siempre argumentos en grados sexagesimales.

11.23 Curvas paramétricas

`\parametricplot[opciones]{t0}{t1}{x(t) y(t)}` traza la curva paramétricamente definida por $\alpha(t) = (x(t), y(t))$ entre los valores t_0 y t_1 del parámetro t . Tanto $x(t)$ como $y(t)$ deben estar escritas en [sintaxis PostScript](#) y el parámetro t es obligatorio (es decir, para la parametrización no se puede usar ninguna otra letra diferente de t). Como *opciones* se pueden usar las de [trazado de líneas](#), y los parámetros [plotstyle](#) y [plotpoints](#).

- ☞ `\parametricplot` es muy útil para dibujar curvas de la forma $r = f(\theta)$, definidas con coordenadas polares (r, θ) ya que, utilizando las igualdades $x = r \cos \theta$ y $y = r \sen \theta$, se puede obtener la parametrización

$$x(\theta) = f(\theta) \cos \theta, \quad y(\theta) = f(\theta) \sen \theta.$$

11.24 Relleno y sombreado de regiones. Parte II.

```
\pscustom[opciones iniciales]{curvas \fill[opciones de relleno]}
```

rellena o sombra la región delimitada por las *curvas* dadas (rectas, curvas, polígonos, etc). Las *opciones de relleno* incluyen los parámetros *fillstyle* y *liftpen*.



Para una explicación más detallada sobre el uso de `\pscustom` se remite al lector a la sección correspondiente en el libro (páginas 359–364).

11.25 Otras coordenadas

`\SpecialCoor` establece coordenadas polares, que se deben presentar en `\degrees[360]` la forma $(r; \theta)$.

`\SpecialCoor`
`\degrees[100]` establece coordenadas centesimales, que también se presentan en la forma $(r; \theta)$, con el ángulo θ entre -100 y 100 grados.

`\NormalCoor` deshabilita la acción de `\SpecialCoor`.

`\radians` es una abreviación de `\degrees[6.28319]`.

- ☞ La distancia polar r se controla con el parámetro `runit`; por defecto es 1 cm y se puede cambiar con `\psset`.
- ☞ En una misma gráfica se pueden utilizar varios tipos de coordenadas con sendas declaraciones `\SpecialCoor` y `\degrees[...]`. Las coordenadas así definidas se pueden usar junto con las coordenadas cartesianas usuales; la grilla definida al inicio de la gráfica por medio de `\begin{pspicture}` se usa en la forma acostumbrada.

11.26 Grafos: nodos y conectores de nodos

11.26.1 Tipos de nodos

Los nodos más sencillos se obtienen con:

`\pnode(x,y){nombre}` coloca en (x, y) un nodo que no ocupa espacio, y le asigna un *nombre*.

`\dotnode [opciones](x,y){nombre}` coloca en (x, y) un nodo en forma de punto y le asigna un *nombre*.

`\cnode [opciones](x,y){radio}{nombre}` coloca en (x, y) un nodo circular y le asigna un *nombre*.

`\Cnode [opciones](x,y){nombre}` es similar a `\cnode` pero el radio se establece de antemano con `\psset{radius=...}`.

El *nombre* asignado a un nodo debe tener solamente letras y dígitos y comenzar con una letra.



En los siguientes comandos no se indica el punto de ubicación (x, y); para colocar este tipo de nodos se usa el **\rput**.

\rnode{nombre}{text} asigna un *nombre* al nodo con bordes invisibles que contiene al *text*.

\circlenode[opciones]{nombre}{text} crea un nodo circular que contiene al *text*, y le asigna un *nombre*.

\ovalnode[opciones]{nombre}{text} crea un nodo ovalado que contiene a *text*, y le asigna un *nombre*.

\trinode[opciones]{nombre}{text} crea un nodo triangular que contiene al *text*, y le asigna un *nombre*.

\dianode[opciones]{nombre}{text} crea un nodo en forma de rombo que contiene al *text*, y le asigna un *nombre*.

El *text* puede ser texto normal, fórmulas, o incluso tablas. No existe el comando **\framenode** porque para nodos en forma rectangular se espera que el usuario utilice **\rnode{\psframebox{...}}**.

11.26.2 Conectores de nodos

Todos los **conectores de nodos**, a excepción de `\nccircle`, tienen la siguiente sintaxis:

```
\conector[opciones]{flechas}{nombre nodo 1}{nombre nodo 2}
```

El único conector que se aparta de la sintaxis anterior es

```
\nccircle[opciones]{flechas}{nombre nodo}{radio}
```

Las *opciones* incluyen las de **trazado de líneas** y las **opciones propias de conectores**.

11.26.3 Etiquetas para los conectores de nodos

`\ncput[opciones]{etiqueta}` coloca la *etiqueta* sobre la línea misma del conector.

`\naput[opciones]{etiqueta}` coloca la *etiqueta* encima del conector.

`\nbput[opciones]{etiqueta}` coloca la *etiqueta* debajo del conector.



`\tput[opciones]{etiqueta}`, en conectores verticales, coloca la *etiqueta* sobre la línea misma del conector.

`\lput[opciones]{etiqueta}`, en conectores verticales, coloca la *etiqueta* a la izquierda del conector.

`\rput[opciones]{etiqueta}`, en conectores verticales, coloca la *etiqueta* a la derecha del conector.

Los comandos para etiquetas se deben colocar inmediatamente después del conector de nodos correspondiente. Se asume que el conector va de izquierda a derecha; en caso contrario, se debe usar el comando opuesto.

- ☞ Los “comandos estrella” asociados (`\ncput*`, `\ncaput*`, etc) tienen la misma sintaxis y el mismo efecto, excepto que la *caja* L^AT_EX que contiene a la *etiqueta* oculta lo que está detrás de ella.

11.27 Árboles

`\pstree[opciones]{raíz}{sub-árboles}` construye un árbol que se rama desde la *raíz*; no es necesario usar el entorno `pspicture`. Todos los nodos se definen con los [comandos para nodos de árboles](#). Se pueden usar las *opciones* de [trazado de líneas](#) junto con los [parámetros específicos para árboles](#).

`\skiplevel{nodo o sub-árbol}` coloca el *nodo o sub-árbol* un nivel más alejado del que le corresponde.

Sobre los conectores de los árboles se pueden colocar [etiquetas](#): para colocar una etiqueta sobre la línea que conecta el nodo N con su predecesor P, el [comando de etiqueta](#) se debe colocar inmediatamente después del nodo N.

También puede haber [etiquetas en los nodos de un árbol](#); se escriben inmediatamente después del comando de cada nodo, en la forma `~{etiqueta}`. La posición y distancia de las etiquetas se controlan con dos [parámetros](#).

11.28 Resortes y zigzags

`\pszigzag[opciones]{flechas o extremos}(x1,x2)(x2,y2)` traza una línea en zigzag entre los puntos (x₁,x₂) y (x₂,y₂).

`\pscoil[opciones]{flechas o extremos}(x1,x2)(x2,y2)` une los puntos (x₁,y₁) y (x₂,y₂) con una curva en forma de resorte.

`\nczigzag[opciones]{flechas}{nombre nodo 1}{nombre nodo 2}` es la variante de \pszigzag como **conector de nodos**.

`\nccoil[opciones]{flechas}{nombre nodo 1}{nombre nodo 2}` es la variante de \pscoil como **conector de nodos**.

Con estos comandos se pueden usar las *opciones* de **trazado de líneas**, junto con los **parámetros propios para resortes y zigzags**.

11.29 Texto a lo largo de curvas

`\pstextpath[posición]{curva}{texto}` coloca el *texto* a lo largo de la *curva*. El parámetro opcional *posición* puede tomar los valores [l] (texto cargado hacia el inicio de la curva), [c] (texto centrado) y [r] (texto cargado hacia el final de la curva). Por defecto, [l] está vigente. Para que la curva misma no sea trazada, hay que escribir `\psset{linestyle=none}` antes de `\begin{pspicture}`.



Como primer ejemplo, el lector puede examinar la [curva de prueba](#) presentada en la [sección 11.1](#).

☞ Cuando la longitud del texto excede la longitud de la curva, los resultados son impredecibles.

11.30 Texto con efectos especiales

`\pscharpath[parámetros]{texto}` traza el *contorno* de las letras del *texto*, con las modificaciones producidas por los *parámetros* especificados. Se pueden usar todas las opciones para **trazado**, **relleno** y **sombras**.

¡No subestime el poder de PSTricks!

```
\pscharpath[fillstyle=solid,fillcolor=black,shadow=true,%
            shadowsize=4pt,shadowangle=45,shadowcolor=lightgray]{%
    \LARGE \bf !'No subestime el poder de PSTricks!}
```

<code>linestyle=solid/ none/dashed/dotted</code>	El valor por defecto de este parámetro para todas las líneas rectas o curvas es <code>solid</code> (línea continua o “sólida”). Con el valor <code>dashed</code> se obtiene una línea a trozos. Con el valor <code>dotted</code> , la línea es punteada.
<code>dash=<i>n m</i></code>	Patrón negro-blanco en las líneas a trozos; <i>n</i> y <i>m</i> deben ser dimensiones TeX . Valor por defecto: <code>5pt 3pt</code> .
<code>dotsep=<i>n</i></code>	Separación de los puntos en las líneas punteadas; <i>n</i> debe ser una dimensión TeX . Valor por defecto: <code>3pt</code> .
<code>linewidth=<i>n</i></code>	Grosor de la línea; <i>n</i> debe ser una dimensión TeX . Valor por defecto: <code>0.8pt</code> .
<code>linecolor=<i>color</i></code>	Color de la línea. Valor por defecto: <code>black</code> .
<code>lineararc=<i>n</i></code>	Radio del arco en los vértices de las líneas trazadas con <code>\psline</code> o <code>\pspolygon</code> ; <i>n</i> debe ser una dimensión TeX no-negativa. Valor por defecto: <code>0pt</code> .
<code>doubleline= <i>true/false</i></code>	Determina si las líneas trazadas son dobles o sencillas. Valor por defecto: <code>false</code> .

Opciones para el trazado de líneas rectas o curvas. Véanse también las [opciones para sombras](#) y la opción `fillstyle` para [relleno de regiones](#).



TABLA 11.3

Parámetro	Extremo	Parámetro	Extremo	Parámetro	Extremo
\rightarrow		$>>-$		$-)$	
$<-$		$>>-<<$		$(-$	
$<->$		$-> $		$(-)$	
$->>$		$ <-$		$-o$	
$>>-<<$		$ <-> $		$o-$	
$<<-$		$- $		$o-o$	
$<<->>$		$ -$		$-*$	
$>-$		$ - $		$*-$	
$-<$		$-]$		$*-*$	
$>-<$		$[-$		$o-*$	
$-<<$		$[-]$		$*-o$	

Parámetros para los extremos de líneas
rectas o curvas.



TABLA 11.4

<code>none</code>	Sin relleno. Asumido por defecto.
<code>vlines</code>	Líneas verticales. Las líneas se controlan con cuatro parámetros adicionales.
<code>hlines</code>	Líneas horizontales. Las líneas se controlan con cuatro parámetros adicionales.
<code>crosshatch</code>	Relleno cruzado con líneas transversales. Las líneas se controlan con cuatro parámetros adicionales.
<code>solid</code>	Relleno “sólido” con el color especificado por el parámetro <code>fillcolor</code> . Por defecto se tiene <code>fillcolor=white</code> (blanco).
<code>gradient</code>	Sombreado gradual, controlado por cinco parámetros adicionales.

Valores del parámetro **`fillstyle`** para relleno de regiones.



TABLA 11.5

<code>hatchangle</code>	Inclinación de las líneas. Por defecto: 45°.
<code>hatchwidth</code>	Grosor de las líneas. Por defecto: 0.8pt.
<code>hatchsep</code>	Separación entre las líneas. Por defecto: 4pt.
<code>hatchcolor</code>	Color de las líneas. Por defecto: black.

Parámetros adicionales para el relleno con
líneas rectas (siendo `fillstyle=vlines`,
`hlines` o `crosshatch`).



TABLA 11.6

<code>gradbegin=</code> <i>color</i>	El <code>color</code> con el que se inicia el sombreado. Es, por defecto, un cierto tono de azul oscuro.
<code>gradend=</code> <i>color</i>	El <code>color</code> con el que termina el sombreado. Es, por defecto, un cierto tono de azul claro.
<code>gradmidpoint=</code> <i>n</i>	Posición del punto intermedio del sombreado; <i>n</i> debe ser un número entre 0 y 1. Valor por defecto: 0.9.
<code>gradangle=</code> <i>α</i>	Angulo de rotación para el sombreado, medido en grados, entre -360 y 360 . Valor por defecto: 0.
<code>gradlines=</code> <i>m</i>	El número de líneas (renglones) del sombreado. Entre mayor sea el número de líneas, más fino es el sombreado. Valor por defecto: 500.

Parámetros para el `sombreado gradual` de regiones
(siendo `fillstyle=gradient`).



TABLA 11.7

<code>shadow=true/false</code>	Determina si se traza o no una sombra. Valor por defecto: <code>false</code> .
<code>shadowsize=n</code>	Tamaño de la sombra; n debe ser una dimensión T _E X. Valor por defecto: 3pt.
<code>shadowangle=ángulo</code>	Posición en la que aparece la sombra, medida en grados sexagesimales, entre -360 y 360 . Valor por defecto: -45 .
<code>shadowcolor=color</code>	Color de la sombra. Por defecto: <code>darkgray</code> .

Parámetros para sombras de curvas.



TABLA 11.8

Estilo	Efecto
*	• • • • •
+	+ + + + +
o	○ ○ ○ ○ ○
x	× × × × ×
asterisk	* * * * *
diamond	◊ ◊ ◊ ◊ ◊
diamond*	◆ ◆ ◆ ◆ ◆
oplus	⊕ ⊕ ⊕ ⊕ ⊕
otimes	⊗ ⊗ ⊗ ⊗ ⊗
square	□ □ □ □ □
square*	■ ■ ■ ■ ■
triangle	△ △ △ △ △
triangle*	▲ ▲ ▲ ▲ ▲

Valores permitidos del parámetro

dotstyle.



TABLA 11.9

labels=	Determina si las etiquetas aparecen en ambos ejes, en el eje <i>x</i> , en el eje <i>y</i> o en ninguno.
all/x/y/none	
showorigin=	Determina si el origen del sistema coordenado lleva o no etiquetas.
true/false	
ticks=	Determina si las marcas (<i>ticks</i>) aparecen en ambos ejes, en el eje <i>x</i> , en el eje <i>y</i> o en ninguno.
all/x/y/none	
tickstyle=	Determina si las marcas (<i>ticks</i>) se extienden por ambos lados de los ejes (full), en el mismo lado de las etiquetas (bottom) o en el lado opuesto de las etiquetas (top).
full/top/bottom	
ticksize=<i>m</i>	Longitud de las marcas (<i>ticks</i>).
axesstyle=	Determina si se trazan dos ejes coordinados (axes), un marco rectangular (frame) o si no se trazan ejes (none).
axes/frame/none	
0x=<i>n</i>	Etiqueta en el origen, eje horizontal.
0y=<i>n</i>	Etiqueta en el origen, eje vertical.
Dx=<i>n</i>	Incremento entre etiquetas consecutivas en el eje horizontal.
Dy=<i>n</i>	Incremento entre etiquetas consecutivas en el eje vertical.
dx=<i>n</i>	Distancia entre las marcas (<i>ticks</i>) en el eje horizontal.
dy=<i>n</i>	Distancia entre las marcas (<i>ticks</i>) en el eje vertical.

Opciones del comando **\psaxes**. También se aplican las opciones **de trazado de líneas**.



TABLA 11.11

<code>gridwidth=n</code>	Ancho de las líneas principales de la grilla.	
<code>subgridwidth=n</code>	Ancho de las líneas secundarias de la grilla.	
<code>subgriddiv=n</code>	Número de subdivisiones por unidad.	
<code>gridcolor=color</code>	Color de las líneas principales de la grilla.	
<code>subgridcolor=color</code>	Color de las líneas secundarias de la grilla.	
<code>gridlabels=n</code>	Tamaño de los números que demarcan la grilla.	
<code>gridlabelcolor=color</code>	Color los números que demarcan la grilla.	
<code>griddots=n</code>	Si $n > 0$, las líneas principales de la grilla son punteadas, con n puntos por unidad.	
<code>subgriddots=n</code>	Si $n > 0$, las líneas secundarias de la grilla son punteadas, con n puntos por unidad.	

Opciones del comando \psgrid.



TABLA 11.12

Sintaxis	Significado
$a \text{ neg}$	$-a$
$a \ b \text{ add}$	$a + b$
$a \ b \text{ sub}$	$a - b$
$a \ b \text{ mul}$	$a \cdot b$
$a \ b \text{ div}$	a/b
$a \ b \text{ exp}$	a^b
$a \text{ sqrt}$	\sqrt{a}
$a \text{ log}$	$\log_{10}(a)$
$a \text{ ln}$	$\ln(a)$
$a \text{ sin}$	$\operatorname{sen}(a)$
$a \text{ cos}$	$\cos(a)$

Sintaxis Postscript de las
funciones pre-definidas.



TABLA 11.13

<code>liftpen=0</code>	El punto actual se une con el primer punto de la siguiente curva formando una curva continua. Es el valor asumido por defecto.
<code>liftpen=1</code>	El punto actual se une con el primer punto de la siguiente curva por medio de un segmento de recta.
<code>liftpen=2</code>	El punto actual no se utiliza; esto quiere decir que las dos curvas consecutivas no se unen y, por lo tanto, la región entre ellas no se rellena ni se sombra en su totalidad.

Valores posibles del parámetro

`liftpen` de `\pscustom`.



TABLA 11.14

<code>\ncline</code>	Une los nodos con un segmento de recta.
<code>\ncarc</code>	Une los nodos con un arco. Utiliza el parámetro <code>arcangle</code> .
<code>\nccurve</code>	Une los nodos con una curva de Bézier. 
<code>\ncdiag</code>	Traza un brazo desde cada nodo y los une con un segmento diagonal. Utiliza los parámetros <code>armA</code> , <code>armB</code> , <code>angleA</code> y <code>angleB</code> . Para vértices redondeados se utiliza el parámetro <code>linearc</code> .
<code>\ncdiagg</code>	Similar a <code>\ncdiag</code> pero sin el brazo para el segundo nodo.
<code>\ncbar</code>	Une los nodos con segmentos que se intersectan en ángulos rectos, extendiendo los brazos si es necesario. El ángulo de salida del primer nodo y el ángulo de llegada al segundo nodo coinciden y se controlan con el parámetro <code>angleA</code> .
<code>\ncangle</code>	Traza un brazo desde cada nodo y los une con segmentos que se intersectan en ángulos rectos. Utiliza los parámetros <code>armA</code> , <code>armB</code> , <code>angleA</code> y <code>angleB</code> . Para vértices redondeados se utiliza el parámetro <code>linearc</code> .
<code>\ncangles</code>	Similar a <code>\ncangle</code> pero utiliza (por lo general) un segmento adicional para unir los brazos.
<code>\ncloop</code>	Diseñado <code>para bucles</code> (en inglés, <i>loops</i>) aunque también sirve <code>para conectar dos nodos</code> diferentes. En este último caso, se comporta como <code>\ncangles</code> pero con dos segmentos adicionales. El tamaño del brazo vertical del bucle se controla con el parámetro <code>loopsize</code> que, por defecto, es 1 cm.

Conectores de nodos. Véanse también `\nczigzag` y `\nccoil`.



TABLA 11.15

<code>angleA=α</code>	Ángulo de salida del conector desde el primer nodo. Valor por defecto: 0.
<code>angleB=α</code>	Ángulo de llegada del conector al segundo nodo. Valor por defecto: 0.
<code>angle=α</code>	Tiene el mismo efecto que las dos declaraciones <code>angleA=α</code> y <code>angleB=α</code> .
<code>armA=n</code>	Longitud del brazo de salida desde el primer nodo en ciertos conectores. Por defecto: 10pt; <i>n</i> debe ser una dimensión T _E X.
<code>armB=n</code>	Longitud del brazo de llegada al segundo nodo en ciertos conectores. Por defecto: 10pt; <i>n</i> debe ser una dimensión T _E X.
<code>arm=n</code>	Tiene el mismo efecto que las dos declaraciones <code>armA=n</code> y <code>armB=n</code> .
<code>nodesepA=n</code>	Separación entre el conector y el borde del primer nodo. Valor por defecto: 0pt; <i>n</i> debe ser una dimensión T _E X.
<code>nodesepB=n</code>	Separación entre el conector y el borde del segundo nodo. Valor por defecto: 0pt; <i>n</i> debe ser una dimensión T _E X.
<code>nodesep=n</code>	Tiene el mismo efecto que las dos declaraciones <code>nodesepA=n</code> y <code>nodesepB=n</code> .
<code>loopsize=n</code>	Longitud del brazo vertical de los bucles (<i>loops</i>) creados con \ncloop. Por defecto: 1cm; <i>n</i> debe ser una dimensión T _E X.
<code>offset=n</code>	Desplazamiento (horizontal o vertical) del punto de conexión al primer nodo; <i>n</i> debe ser una dimensión T _E X, positiva o negativa.

Parámetros para conectores de nodos. También se aplican las opciones de trazado de líneas.



TABLA 11.16

<code>labelsep=n</code>	Distancia entre la etiqueta y el conector. Por defecto: 5pt; n debe ser una dimensión T _E X.
<code>nrot=α</code>	Rotación de la etiqueta. Por defecto: 0. Se pueden usar abreviaturas. Con :U la etiqueta es paralela al conector.
<code>npos=m</code>	Sitio en el que aparece la etiqueta, de acuerdo con el número de segmentos y brazos del conector de nodos. Así, si $0 \leq \text{npos} \leq 1$, la etiqueta se coloca en el primer segmento del conector, si $1 < \text{npos} \leq 2$, se coloca en el segundo segmento, etc. 

Parámetros que controlan la colocación de etiquetas a los conectores de nodos.



TABLA 11.18

<code>\Tp[opciones]</code>	Nodo invisible.
<code>\Tdot[opciones]</code>	Nodo en forma de punto.
<code>\Tf[opciones]</code>	Nodo en forma de cuadrado.
<code>\Tfan[opciones]</code>	Nodo invisible conectado con su nodo predecesor por una figura triangular.
<code>\Tc[opciones]{radio}</code>	Nodo circular de <code>radio</code> dado.
<code>\TC[opciones]</code>	Similar a <code>\Tc</code> pero el radio se establece de antemano con el parámetro <code>radius</code> , utilizando la instrucción <code>\psset{radius=...}</code> . Por defecto, <code>radius=2.5mm</code> .
<code>\Tr[opciones]{texto}</code>	Nodo rectangular con bordes invisibles que encierra el <code>texto</code> .
<code>\Tcircle[opciones]{texto}</code>	Nodo circular que encierra el <code>texto</code> .
<code>\Toval[opciones]{texto}</code>	Nodo ovalado que encierra el <code>texto</code> .
<code>\Ttri[opciones]{texto}</code>	Nodo triangular que encierra el <code>texto</code> .
<code>\Tdia[opciones]{texto}</code>	Nodo en forma de rombo que encierra el <code>texto</code> .
<code>\Tn[opciones]{texto}</code>	Nodo que contiene el <code>texto</code> pero conectado a su nodo predecesor por una línea invisible. Sólo se puede usar en los nodos sin descendentes.

Nodos para los árboles creados con `\pstree`.



TABLA 11.20

<code>treemode=U/D/R/L</code>	Dirección de crecimiento del árbol. Por defecto: D (hacia abajo). Otros valores: U (hacia arriba), R (hacia la derecha), L (hacia la izquierda).
<code>edge=\conector</code>	Tipo de aristas o conectores de nodos usados en el árbol. Por defecto: \ncline.
<code>nodesep=n</code>	Distancia entre los nodos y las líneas conectoras. Por defecto: 0pt; n debe ser una dimensión T _E X.
<code>levelsep=n</code>	Distancia entre los niveles de un árbol. Por defecto: 2cm; n debe ser una dimensión T _E X. Si n está precedido de *, la distancia n es <i>adicional</i> al tamaño de los nodos.
<code>treesep=n</code>	Distancia entre los descendientes de un mismo nodo. Por defecto: 0.75cm; n debe ser una dimensión T _E X.

Parámetros que controlan el trazado de **árboles**. Véanse también las [opciones de trazado de líneas](#).



TABLA 11.21

<code>coilwidth=n</code>	Ancho del resorte o zigzag. Por defecto: 1cm; n debe ser una dimensión T _E X.
<code>coilheight=a</code>	Determina el número de crestas de los resortes y zigzags; se debe tener $a > 0$. Entre menor sea a , más crestas se obtendrán. Por defecto: 1.
<code>coilarmA=n</code>	Longitud del brazo inicial del resorte o zigzag. Por defecto: 0.5cm; n debe ser una dimensión T _E X.
<code>coilarmB=n</code>	Longitud del brazo final del resorte o zigzag. Por defecto: 0.5cm; n debe ser una dimensión T _E X.
<code>coilarm=n</code>	Tiene el mismo efecto que las declaraciones <code>coilarmA=n</code> y <code>coilarmB=n</code> .
<code>coilaspect=α</code>	Determina el aspecto de los resortes (no afecta los zigzags); α es un ángulo tal que Entre mayor sea el ángulo α , más “apretado” será el resorte. Por defecto: 45.
<code>coilinc=α</code>	Determina la suavidad de la curva de los resortes (no afecta los zigzags). Entre mayor sea el ángulo α , más suave será la curva pero el procesamiento y la impresión tomarán más tiempo. Por defecto: 10.

Parámetros que controlan el trazado de **resortes y zigzags**. También se aplican las **opciones de trazado de líneas**.



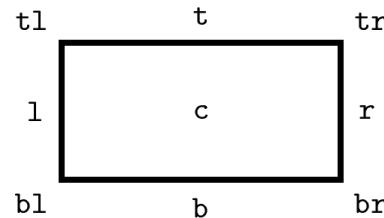
TABLA 11.22



Despliegue que se debe obtener al correr el documento fuente de la página 310 del libro.

gray	(gris)	red	(rojo)
lightgray	(gris claro)	green	(verde)
darkgray	(gris oscuro)	blue	(azul oscuro)
black	(negro)	cyan	(azul claro)
white	(blanco)	magenta	(rosado)
yellow	(amarillo)		

Lista de los colores pre-definidos en **PSTricks**.



Valores y posiciones para el parámetro *posición* de `\rput` y `\multirput`. Al usar [b1], por ejemplo, el *objeto* aparece debajo y a la izquierda del punto (x, y) .

Letra	Abreviación de	Equivale a
U	Up	0
L	Left	90
D	Down	180
R	Right	270
N	North	0
W	West	-90
S	South	-180
E	East	-270

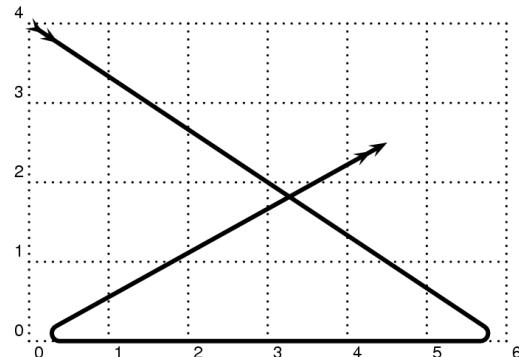
Abreviaturas para el argumento *ángulo de rotación* de `\rput`, `\uput`, `\multirput`, `\multiput` y para el parámetro `nrot` de conectores de nodos.

Letra	Abreviación de	Equivale a
r	right	0
u	up	90
l	left	180
d	down	270
ur	up-right	45
ul	up-left	135
dl	down-left	225
dr	down-right	315

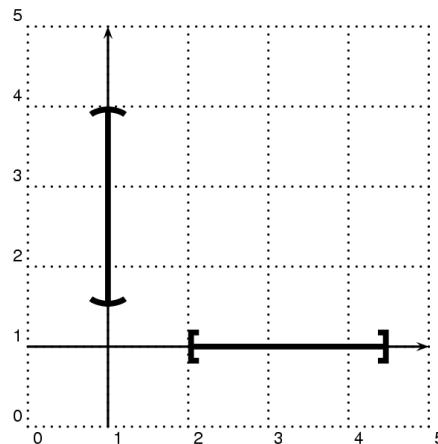
Abreviaturas para el parámetro
referencia en `\uput`.

tnpos=a/b/l/r	Posición de la etiqueta con relación al nodo. Por defecto: b (debajo). Otros valores: a (arriba), r (a la derecha), l (a la izquierda).
tnsep=n	Distancia entre el nodo y su etiqueta. Por defecto: 5pt; n debe ser una dimensión T _E X.

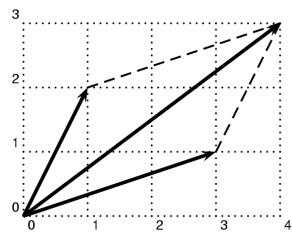
Parámetros que controlan la posición y la distancia de las **etiquetas de nodos en árboles**.

EjemploEl uso de `\psline`:

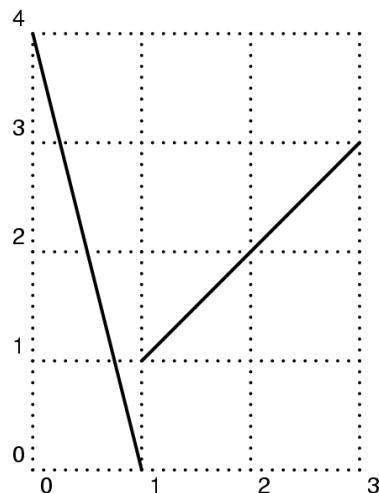
```
\begin{pspicture}(0,0)(6,4)\grilla
\psline[linewidth=1.5pt,linearc=0.1]%
{>>->>}(0,4)(6,0)(0,0)(4.5,2.5)
\end{pspicture}
```

Ejemplo

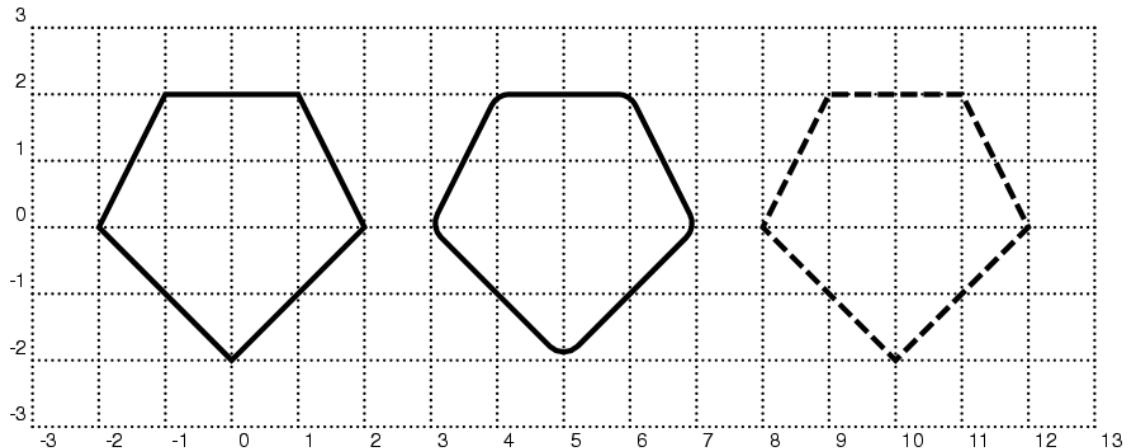
```
\psset{unit=0.8cm}
\begin{pspicture}(0,0)(5,5)\grilla
\psline{->}(0,1)(5,1)
\psline{->}(1,0)(1,5)
\psline[linewidth=2pt]{[-]}(2,1)(4.5,1)
\psline[linewidth=2pt]{(-)}(1,1.5)(1,4)
\end{pspicture}
```

Ejemplo

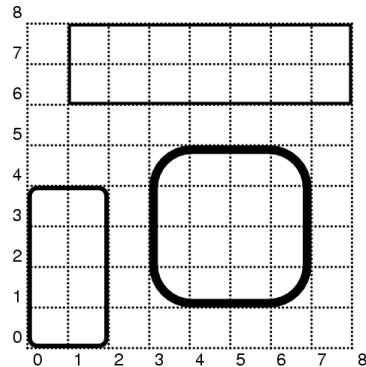
```
\begin{pspicture}(0,0)(4,3)\grilla
\psline[linewidth=1.5pt]{->}(3,1)
\psline[linewidth=1.5pt]{->}(1,2)
\psline[linewidth=1.5pt]{->}(4,3)
\psline[linestyle=dashed](1,2)(4,3)
\psline[linestyle=dashed](3,1)(4,3)
\end{pspicture}
```

**Ejemplo**El uso de `\qline`:

```
\begin{pspicture}(0,0)(3,4)\grilla
\qline(0,4)(1,0)
\qline(1,0)(3,3)
\end{pspicture}
```

EjemploEl uso de `\pspolygon`:

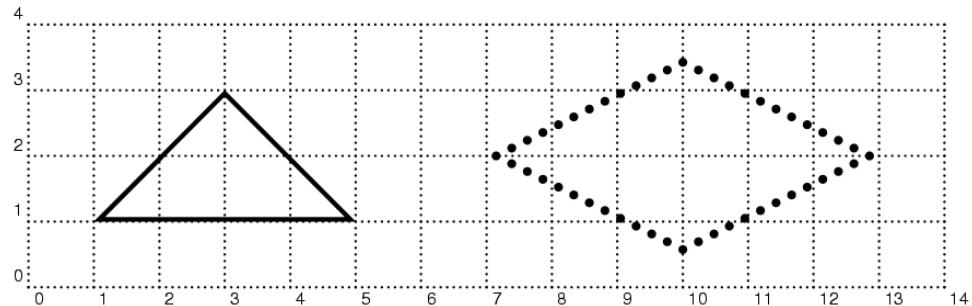
```
\psset{unit=0.7cm}
\begin{pspicture}(-3,-3)(13,3)\grilla
\pspolygon[linewidth=1.5pt](0,-2)(2,0)(1,2)(-1,2)(-2,0)
\pspolygon[linewidth=1.5pt, linearc=0.3](5,-2)(7,0)(6,2)(4,2)(3,0)
\pspolygon[linewidth=1.5pt, linestyle=dashed, dash=5pt 2pt]%
(10,-2)(12,0)(11,2)(9,2)(8,0)
\end{pspicture}
```

EjemploEl uso de `\psframe`:

```
\psset{unit=0.5cm}
\begin{pspicture}(0,0)(8,8)\grilla
\psframe[linewidth=1pt](1,6)(8,8)
\psframe[linewidth=1.5pt,framearc=0.2](2,4)
\psframe[linewidth=3pt,framearc=0.5](3,1)(7,5)
\end{pspicture}
```

Ejemplo

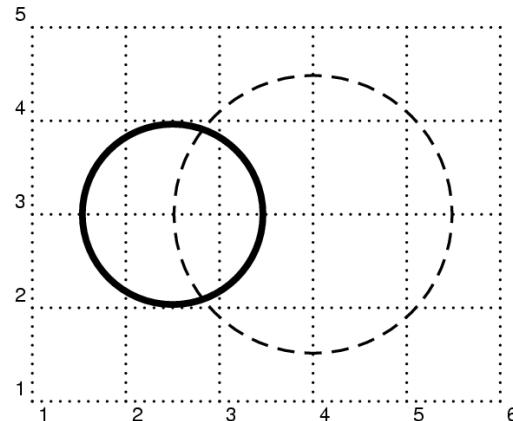
El uso de `\pstriangle` y de `\psdiamond`:



```
\psset{unit=0.8cm}
\begin{pspicture}(0,0)(14,4)\grilla
\pstriangle[linewidth=1.5pt](3,1)(4,2)
\psdiamond[linewidth=3pt,linestyle=dotted,dotsep=3pt](10,2)(3,1.5)
\end{pspicture}
```

Ejemplo

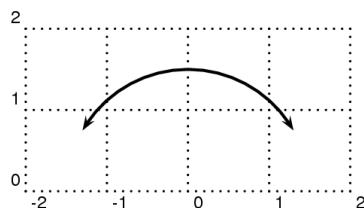
El uso de `\pscircle`:



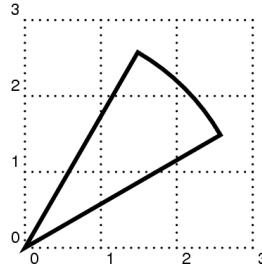
```
\begin{pspicture}(0,0)(14,4)
\grilla
\pscircle[linewidth=2pt](2.5,3){1}
\pscircle[linestyle=dashed](4,3){1.5}
\end{pspicture}
```

Ejemplo

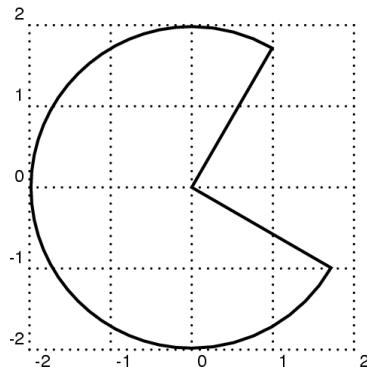
El uso de `\psarc`:



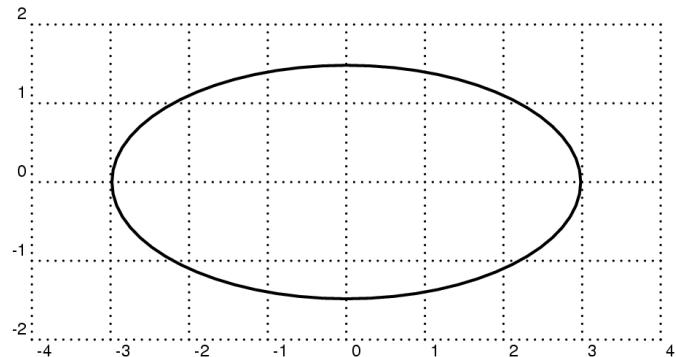
```
\begin{pspicture}(-2,0)(2,3)
\grilla
\psarc[linewidth=1pt]{<->}(0,0){2}{30}{150}
\end{pspicture}
```

EjemploEl uso de `\pswedge`:

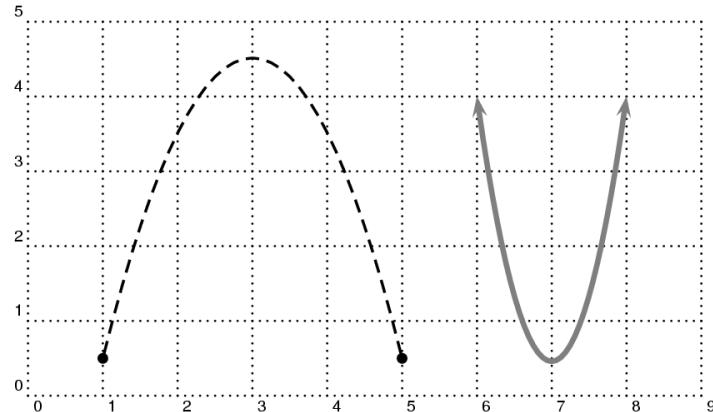
```
\begin{pspicture}(0,0)(3,3)\grilla
\pswedge[linewidth=1.5pt](0,0){3}{30}{60}
\end{pspicture}
```

Ejemplo

```
\begin{pspicture}(-2,-2)(2,2)\grilla
\pswedge[linewidth=1pt](0,0){2}{60}{330}
\end{pspicture}
```

EjemploEl uso de `\psellipse`:

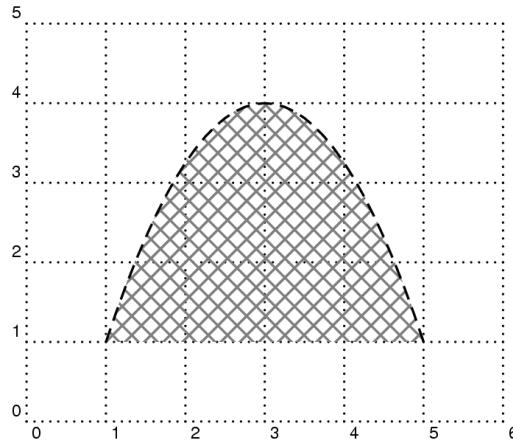
```
\begin{center}
\begin{pspicture}(-4,-2)(4,2)\grilla
\psellipse[linewidth=1pt](0,0)(3,1.5)
\end{pspicture}
\end{center}
```

EjemploEl uso de `\parabola`:

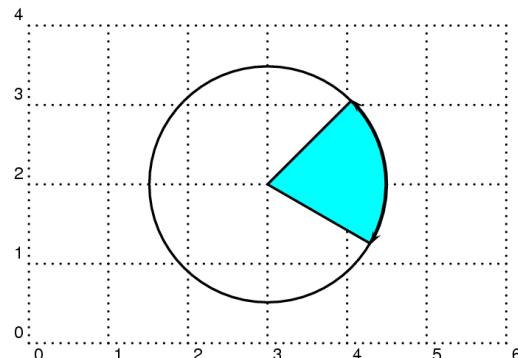
```
\begin{center}
\begin{pspicture}(0,0)(9,5)\grilla
\parabola[linewidth=1pt,linestyle=dashed]{-*-*}(1,0.5)(3,4.5)
\parabola[linecolor=gray,linewidth=2pt]{<->}(6,4)(7,0.5)
\end{pspicture}
\end{center}
```

Ejemplo

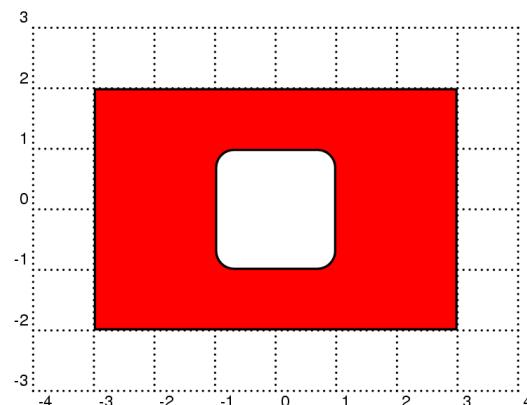
Relleno con líneas rectas transversales (`fillstyle=crosshatch`):



```
\begin{center}
\begin{pspicture}(0,0)(6,5)\grilla
\parabola[linestyle=dashed,fillstyle=crosshatch,%
          hatchcolor=gray](1,1)(3,4)
\end{pspicture}
\end{center}
```

EjemploRelleno “sólido” (`fillstyle=solid`):

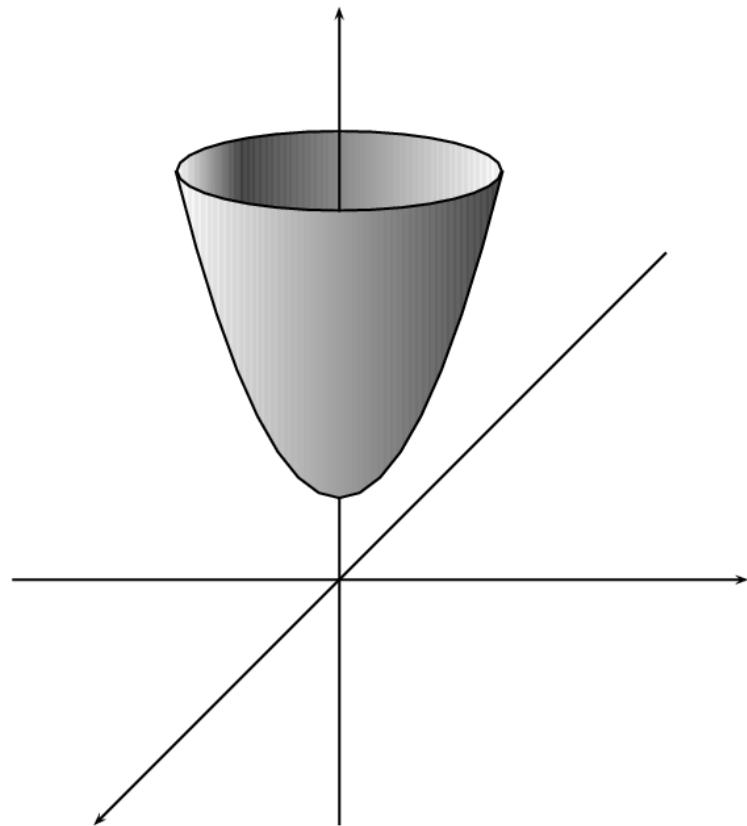
```
\begin{pspicture}(0,0)(6,4)\grilla
\pscircle(3,2){1.5}
\pswedge[fillstyle=solid,fillcolor=cyan]%
(3,20){1.5}{330}{45}
\psarc{<->}(3,2){1.5}{330}{45}
\end{pspicture}
```



```
\psset{unit=0.8cm}
\begin{pspicture}(-4,-3)(4,3)\grilla
\psframe[fillstyle=solid,fillcolor=red]%
(-3,-2)(3,2)
\psframe[framearc=0.3,fillstyle=solid,%
fillcolor=white](-1,-1)(1,1)
\end{pspicture}
```

Ejemplo

Sombreado “gradual” (**fillstyle=gradient**):

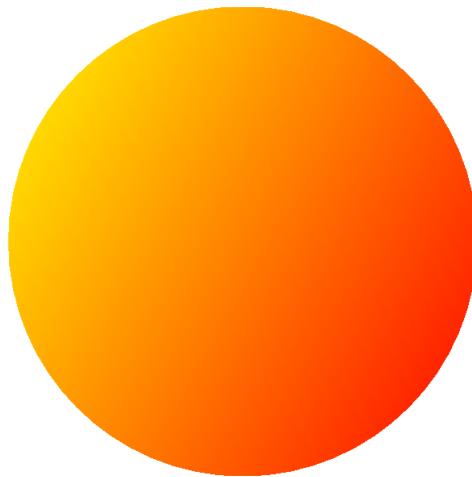


instrucciones ➔

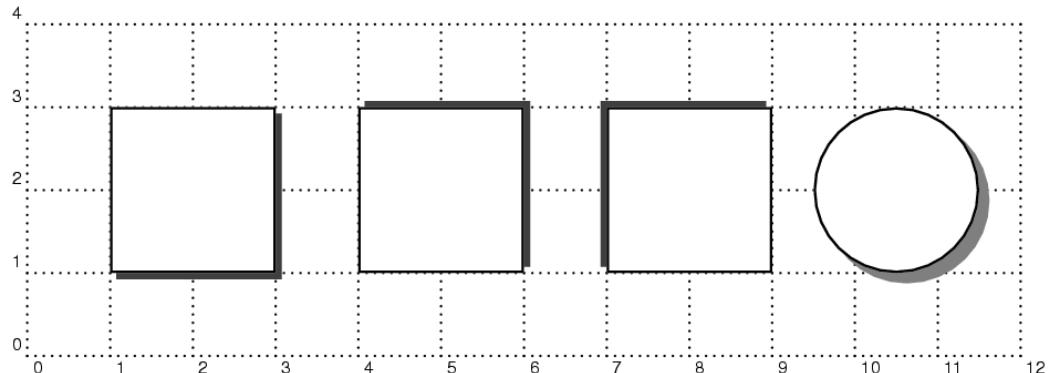
◀◀ *gráfica*

```
\begin{center}
\begin{pspicture}(-4,-3)(6,10)
\parabola[gradangle=90,fillstyle=gradient,gradbegin=white,
gradend=darkgray,gradmidpoint=1](-3,7)(0,1)
\psellipse[gradangle=90,fillstyle=gradient,gradbegin=white,
gradend=darkgray,gradmidpoint=0.2](0,7)(3,0.5)
\psline{->}(-4,0)(6,0)
\psline{->}(4,4)(-3,-3)
\psline{->}(0,6.5)(0,10)
\psline(0,-3)(0,1)
\end{pspicture}
\end{center}
```

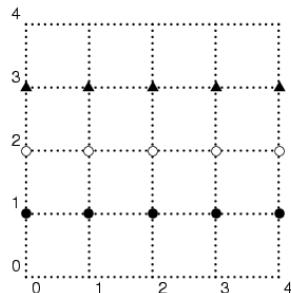


**Ejemplo**

```
\begin{pspicture}(-4,-4)(4,4)
\psarc [linestyle=none,gradangle=60,%
        fillstyle=gradient,gradbegin=yellow,%
        gradend=red,gradmidpoint=1,%
        gradlines=800](0,0){4}{0}{360}
\end{pspicture}
```

EjemploSombras (`shadow=true`):

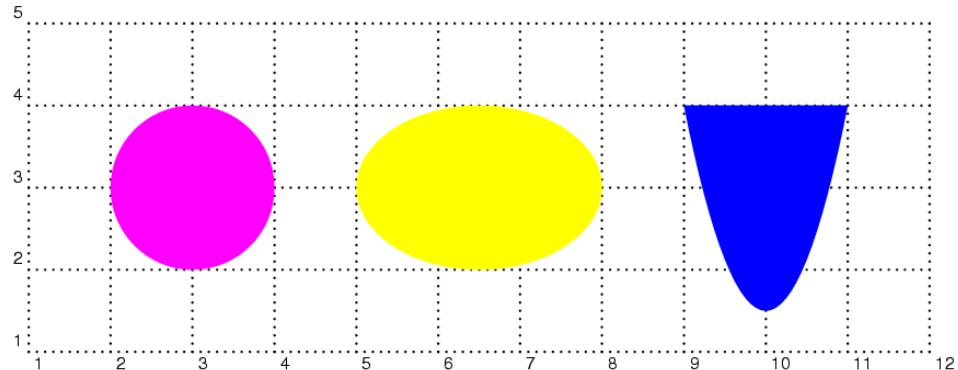
```
\begin{center}
\begin{pspicture}(0,0)(12,4)\grilla
\psframe[shadow=true](1,1)(3,3)
\psframe[shadow=true,shadowangle=45](4,1)(6,3)
\psframe[shadow=true,shadowangle=135](7,1)(9,3)
\pscircle[shadow=true,shadowsize=5pt,shadowcolor=gray](10.5,2){1}
\end{pspicture}
\end{center}
```

EjemploEl uso de `\psdots`:

```
\psset{unit=0.8cm}
\begin{pspicture}(0,0)(4,4)\grilla
\psdots(0,1)(1,1)(2,1)(3,1)(4,1)
\psdots[dotstyle=o](0,2)(1,2)(2,2)(3,2)(4,2)
\psdots[dotstyle=triangle*](0,3)(1,3)(2,3)(3,3)(4,3)
\end{pspicture}
```

Ejemplo

Los “comandos estrella”:



```
\begin{center}
\begin{pspicture}(1,1)(12,5)\grilla
\pscircle*[linecolor=magenta](3,3){1}
\psellipse*[linecolor=yellow](6.5,3)(1.5,1)
\parabola*[linecolor=blue](9,4)(10,1.5)
\end{pspicture}
\end{center}
```

El uso de `\psframebox` y `\psdblframebox`:

Ejemplo

$$e^{\pi i} + 1 = 0$$

```
\psframebox{\large $e^{\pi i} + 1 = 0$}
```

Ejemplo

$$\boxed{e^{\pi i} + 1 = 0}$$

```
\psdblframebox[linestyle=dashed]{\large $e^{\pi i} + 1 = 0$}
```

Ejemplo

$$\boxed{e^{\pi i} + 1 = 0}$$

```
\psdblframebox[linestyle=dashed,framesep=8pt]{\large $e^{\pi i} + 1 = 0$}
```

Ejemplo

$$\boxed{e^{\pi i} + 1 = 0}$$

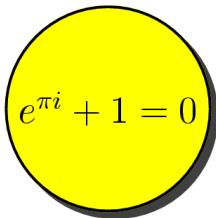
```
\psframebox[shadow=true]{\large $e^{\pi i} + 1 = 0$}
```

Ejemplo

$$\boxed{e^{\pi i} + 1 = 0}$$

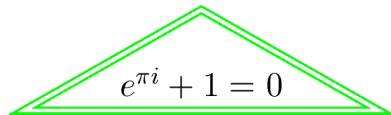
```
\psframebox[fillstyle=solid,fillcolor=black]{\Large $e^{\pi i} + 1 = 0$}
```

El uso de `\pscirclebox`, `\pstribox`, `\psdiabox` y `\psovalbox`:



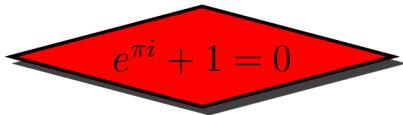
Ejemplo

```
\pscirclebox[shadow=true,fillstyle=solid,
            fillcolor=yellow]
{\large $e^{\pi i}+1=0$}
```



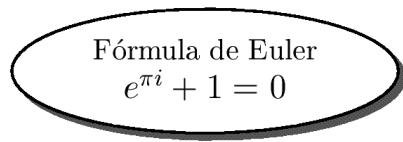
Ejemplo

```
\pstribox[doubleline=true,linecolor=green]
{\large $e^{\pi i}+1=0$}
```



Ejemplo

```
\psdiabox[linewidth=1pt,shadow=true,
          fillstyle=solid,fillcolor=red]
{\large $e^{\pi i}+1=0$}
```



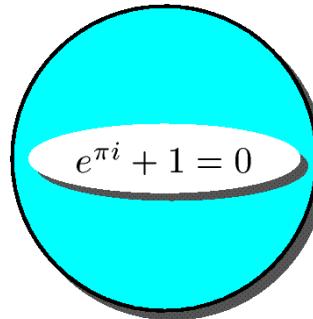
Ejemplo

```
\psovalbox[shadow=true]{%
\begin{tabular}{c}
Fórmula de Euler \\
\large $e^{\pi i}+1=0$ \\
\end{tabular}}
```

Ejemplo

El uso de “comandos estrella” para texto enmarcado:

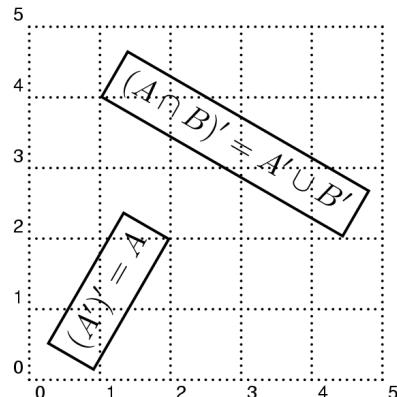
El marco `\psovalbox*` oculta lo que hay detrás de él; recuérdese que el valor por defecto de `fillcolor` es `white` (blanco).



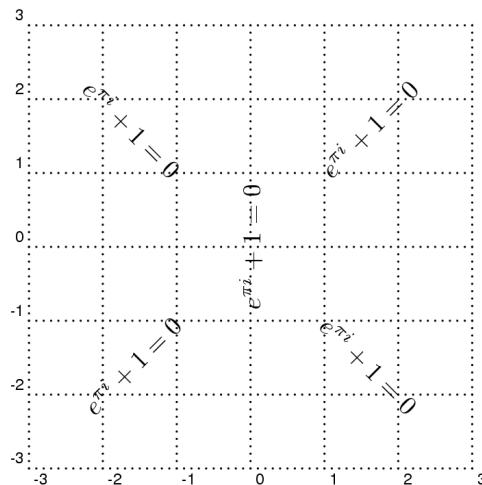
```
\begin{center}
\pscirclebox[shadow=true,fillstyle=solid,fillcolor=cyan]%
{\psovalbox*[shadow=true]{e^{\pi i}+1=0}}
\end{center}
```

Ejemplo

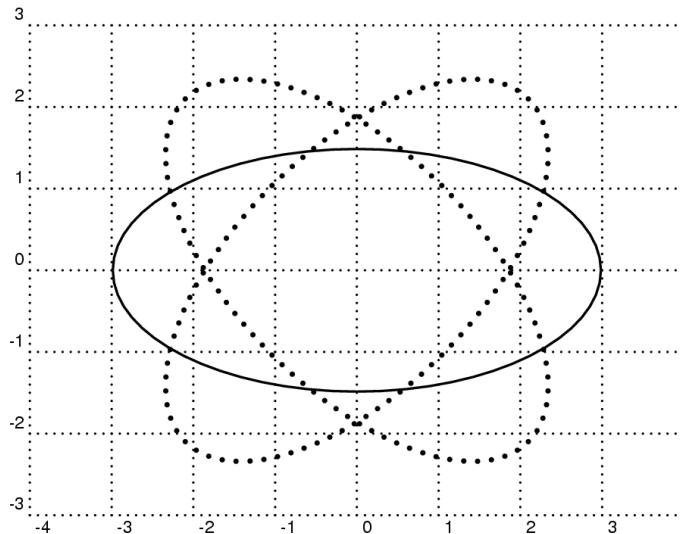
El uso de `\rput`:



```
\begin{pspicture}(5,5)\grilla
\rput[bl]{-30}(1,4){\psframebox{$(A \cap$}
B)'=A' \cup B\$}}
\rput[br]{60}(2,2){\psframebox{$(A')'=A\$}}
\end{pspicture}
```

Ejemplo

```
\begin{pspicture}(-3,-3)(3,3)\grilla
\rput{W}(0,0){$e^{\pi i}+1=0$}
\rput[1]{45}(1,1){$e^{\pi i}+1=0$}
\rput[1]{-45}(1,-1){$e^{\pi i}+1=0$}
\rput[r]{-45}(-1,1){$e^{\pi i}+1=0$}
\rput[r]{45}(-1,-1){$e^{\pi i}+1=0$}
\end{pspicture}
```

**Ejemplo**

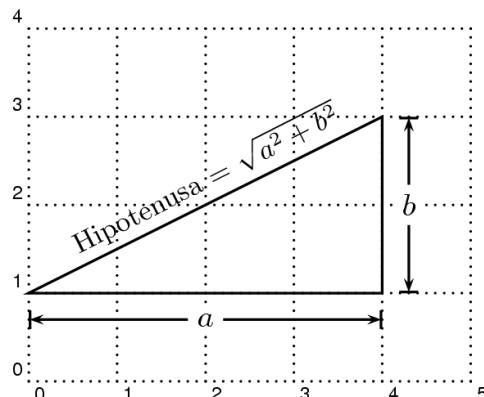
```
\begin{center}
\begin{pspicture}(-4,-4)(4,4)\grilla
\psellipse(0,0)(3,1.5)
\rput{45}(0,0){%
    \psellipse[linestyle=dotted,linewidth=1.8pt](0,0)(3,1.5)}
\rput{135}(0,0){%
    \psellipse[linestyle=dotted,linewidth=1.8pt](0,0)(3,1.5)}
\end{pspicture}
\end{center}
```



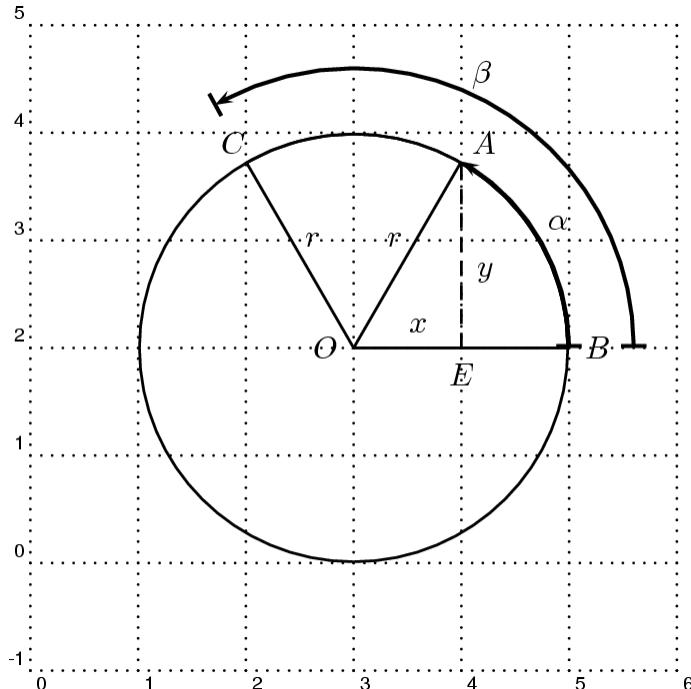
**Ejemplo**

La “versión estrella” de `\rput`:

Las cajas L^AT_EX con las letras a y b ocultan parte de los segmentos trazados con `\psline`.



```
\begin{pspicture}(5,4)\grilla
\pspolygon(0,1)(4,1)(4,3)
\psline{|<->|}(4.3,1(4.3,3)
\psline{|<->|}(0,0.7)(4,0.7))
\rput*(2,0.7){$a$}
\rput*(4.3,2){$b$}
\rput{27}(2,2.3){\small Hipotenusa
= $\sqrt{a^2+b^2}$}
\end{pspicture}
```

EjemploEl uso de `\uput`:

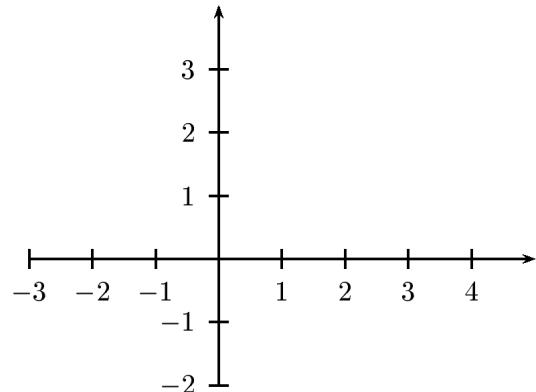
```

\psset{unit=1.2cm}
\begin{pspicture}(0,-1)(6,5)
\grilla
\pscircle(3,2){2}
\pswedge(3,2){2}{0}{60}
\pswedge(3,2){2}{0}{120}
\psarc[linewidth=1.2pt]{|->}{(3,2){2}{0}{60}}
\psarc[linewidth=1.2pt]{|->}{(3,2){2.6}{0}{120}}
\psline[linestyle=dashed](4,2)(4,3.7)
\uput[l](3,2){$O$}
\uput[ur](4,3.7){$A$}
\uput[r](5,2){$B$}
\uput[ul](2.1,3.7){$C$}
\uput[d](4,2){$E$}
\uput[u](3.6,2){$x$}
\uput[r](4,2.7){$y$}
\uput[l](3.6,3){$r$}
\uput[r](2.4,3){$r$}
\uput[ur](4.7,3){$\alpha$}
\uput[ur](4,4.3){$\beta$}
\end{pspicture}

```

Ejemplo

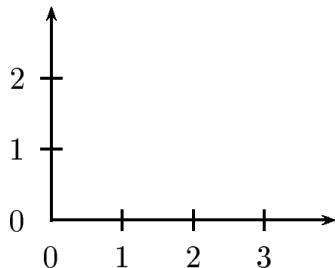
El uso de `\psaxes`:



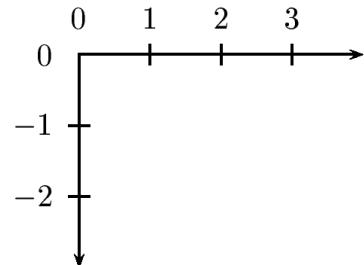
```
\psset{unit=0.8cm}
\begin{pspicture}(-3,-2)(5,4)
\psaxes{>}(0,0)(-3,-2)(5,4)
\end{pspicture}
```

Ejemplo

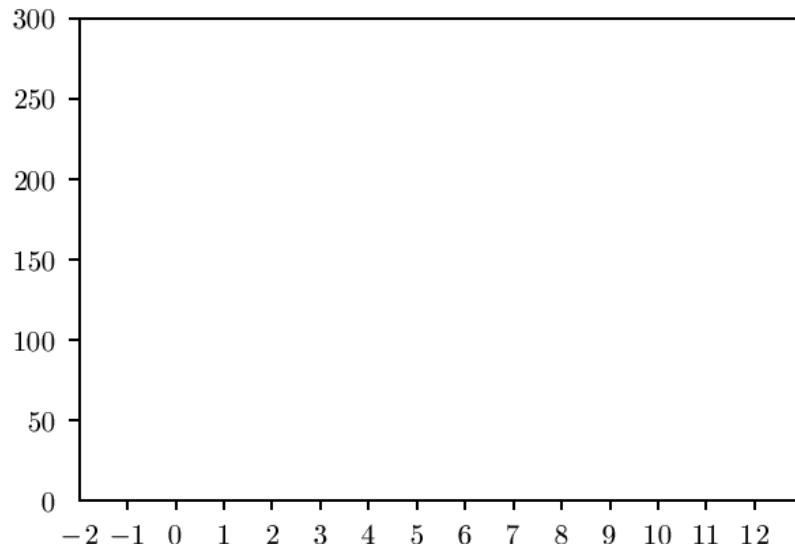
Omitiendo los puntos (x_0, y_0) y (x_1, y_1) :



```
\begin{pspicture}(4,3)
\psaxes{>}(4,3)
\end{pspicture}
```



```
\begin{pspicture}(4,-3)
\psaxes{>}(4,-3)
\end{pspicture}
```

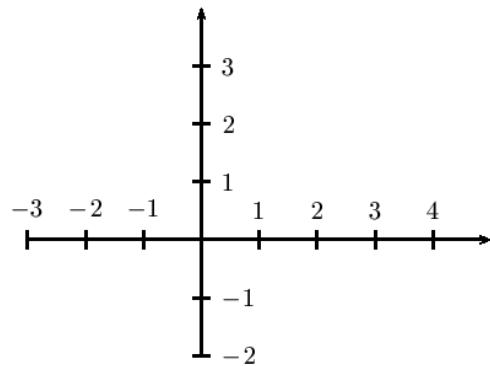
**Ejemplo**

```
\begin{center}
\psset{xunit=1cm,yunit=1.5cm}
\begin{pspicture}(9,4)
\psaxes[axesstyle=frame,tickstyle=bottom,0x=-2,dx=0.6cm,dy=1cm,
Dy=50](9,4)
\end{pspicture}
\end{center}
```



**Ejemplo**

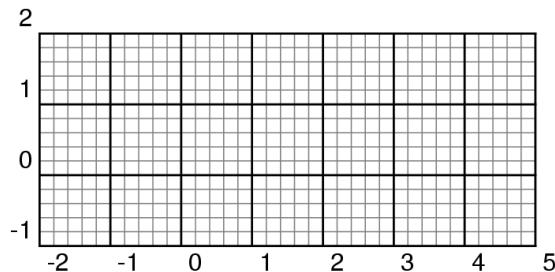
Compárese la posición de las etiquetas con la de un [ejemplo anterior](#). Obsérvese que el parámetro de las [flechas](#) es {<-} en lugar de {>-}.



```
\psset{unit=0.8cm}
\begin{pspicture}(-3,-2)(5,4)
\psaxes{<-}(0,0)(5,4)(-3,-2)
\end{pspicture}
```

Ejemplo

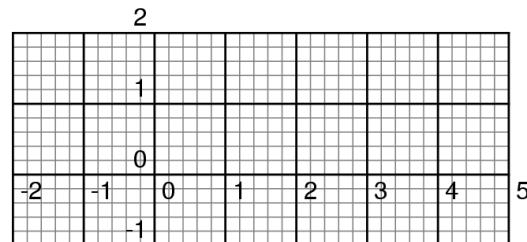
El uso de `\psgrid`:



```
\begin{pspicture}(-2,-1)(5,2)
\psgrid(-2,-1)(5,2)
\end{pspicture}
```

Ejemplo

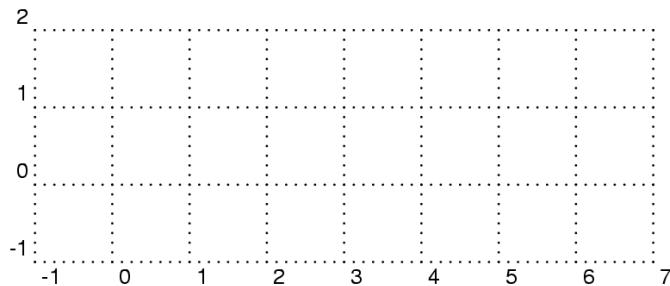
Compárese el resultado al indicar el punto opcional (x_0, y_0) :



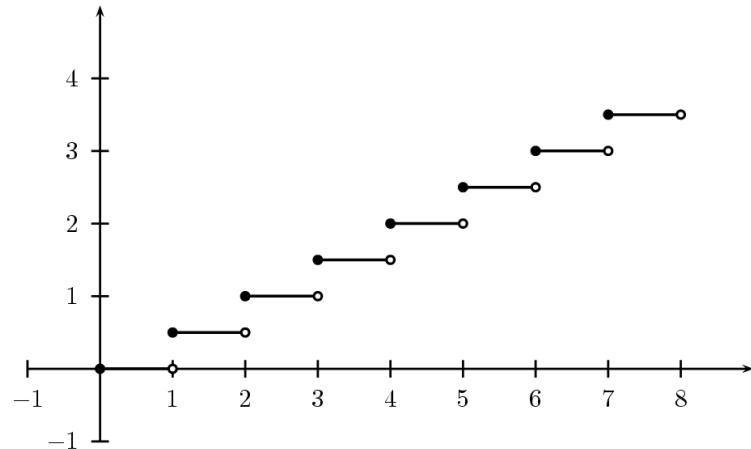
```
\begin{pspicture}(-2,-1)(5,2)
\psgrid(0,0)(-2,-1)(5,2)
\end{pspicture}
```

**Ejemplo**

Una grilla similar a la que se obtiene con `\grilla`, pero con 8 puntos por unidad.



```
\begin{center}
\begin{pspicture}(-1,-1)(7,2)
\psgrid[subgriddiv=1,griddots=8,gridlabels=8pt](-1,-1)(7,2)
\end{pspicture}
\end{center}
```

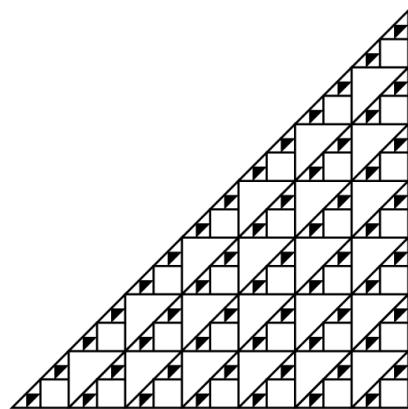
EjemploEl uso de `\multips`:

```
\begin{center}
\begin{pspicture}(-1,-1)(9,5)
\psaxes{>}[0,0](-1,-1)(9,5)
\multips(0,0)(1,0.5){8}{\psline*[linewidth=1pt]{*-o}(1,0)}
\end{pspicture}
\end{center}
```

**Ejemplo**

En este ejemplo definimos la figura  como `\figurin` (con los comandos a la derecha), y luego colocamos este `\figurin` siete veces en la diagonal que parte de $(0, 0)$, seis en la de $(0.8, 0)$, cinco en la de $(0.6, 0)$, y así sucesivamente.

```
\newcommand{\figurin}{%
    \begin{pspicture}(0.8,0.8)
        \psline*(0.2,0)(0.2,0.2)(0.4,0.2)
        \psline(0.4,0)(0.4,0.4)(0.8,0.4)
        \psline*(0.6,0.4)(0.6,0.6)(0.8,0.6)
        \pspolygon(0,0)(0.8,0)(0.8,0.8)
    \end{pspicture}}
```



```
\begin{pspicture}(6,6)\grilla
\multips(0,0)(0.8,0.8){7}{\figurin}
\multips(0.8,0)(0.8,0.8){6}{\figurin}
\multips(1.6,0)(0.8,0.8){5}{\figurin}
\multips(2.4,0)(0.8,0.8){4}{\figurin}
\multips(3.2,0)(0.8,0.8){3}{\figurin}
\multips(4,0)(0.8,0.8){2}{\figurin}
\multips(4.8,0)(0.8,0.8){1}{\figurin}
\end{pspicture}
```

El uso de `\newpsobject`:

Ejemplo Si en el documento aparecen muchos círculos punteados azules, podemos definir el comando `\circulo`:

```
\newpsobject{circulo}{pscircle}{linestyle=dotted, linecolor=blue}
```

Ahora el comando `\circulo` se puede usar con otros parámetros (radio, centro, etc.). Por ejemplo, `\circulo(3,2){2.5}`, o `\circulo[linewidth=2pt](0,2){2.5}`.

Ejemplo Si los ejes coordenados de un documento tienen siempre los mismos parámetros, se puede definir un comando genérico llamado, por ejemplo, `\ejes`.

```
\newpsobject{ejes}{psaxes}{showorigin=false, tickstyle=top, ticksize=2pt}
```

Con esta definición, se pueden trazar los ejes indicando solamente las flechas o extremos y las coordenadas concretas; por ejemplo,

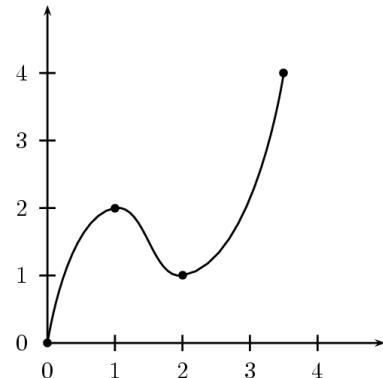
```
\ejes{->}(0,0)(-3,-2)(5,4)
```

Ejemplo Véase también como ejemplo la definición de `\grilla`.

Ejemplos de curvas por interpolación:

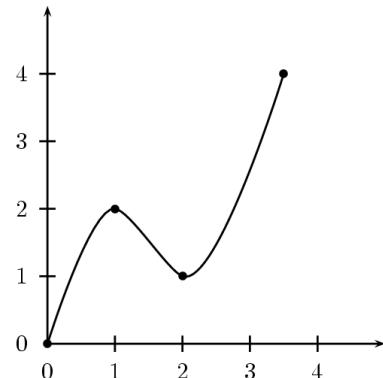
Las dos curvas siguientes se obtienen con `\pscurve`. Nótese la diferencia creada por los valores de `curvature` (en la primera gráfica se usan los valores por defecto).

Ejemplo



```
\begin{pspicture}(5,5)
\psaxes{->}(5,5)
\pscurve[showpoints=true] (0,0)(1,2)(2,1)(3.5,4)
\end{pspicture}
```

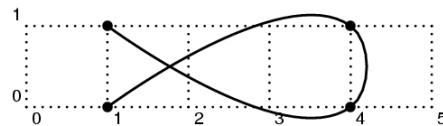
Ejemplo



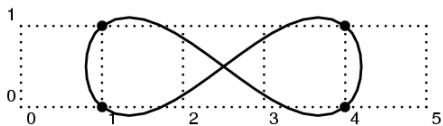
```
\begin{pspicture}(5,5)
\psaxes{->}(5,5)
\pscurve[showpoints=true,curvature=0.1
0.1 1](0,0)(1,2)(2,1)(3.5,4)
\end{pspicture}
```



Las siguientes curvas tienen los mismos puntos, pero una ha sido construida con `\pscurve`, la otra con `\psccurve`.

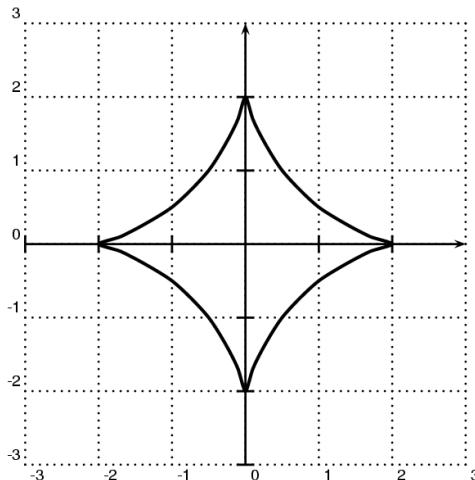
Ejemplo

```
\begin{pspicture}(5,1)\grilla
\pscurve[showpoints=true](1,0)(4,1)(4,0)(1,1)
\end{pspicture}
```

Ejemplo

```
\begin{pspicture}(5,1)\grilla
\psccurve[showpoints=true](1,0)(4,1)(4,0)(1,1)
\end{pspicture}
```



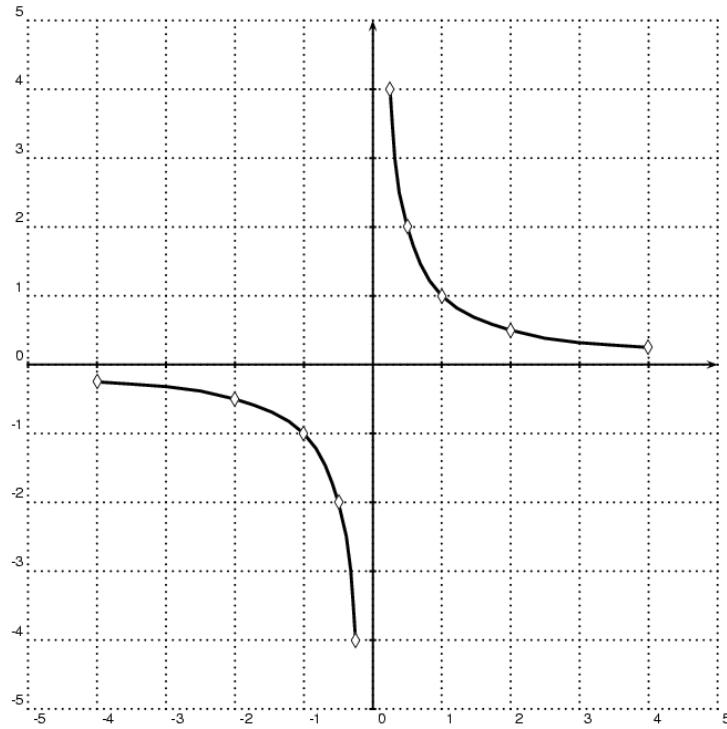
**Ejemplo**

```
\begin{center}
\begin{pspicture}(-3,-3)(3,3)\grilla
\psaxes[labels=none]{->}(0,0)(-3,-3)(3,3)
\psccurve[curvature=0.5 1 1,linewidth=1.2pt](2,0)(1.7,0.1)(1.5,0.2)%
(1,0.5)(0.5,1)(0.1,1.7)(0,2)(-0.1,1.7)(-0.5,1)(-1,0.5)(-1.5,0.2)%
(-1.7,0.1)(-2,0)(-1.7,-0.1)(-1.5,-0.2)(-1,-0.5)(-0.5,-1)%
(-0.1,-1.7)(0,-2)(0.1,-1.7)(0.5,-1)(1,-0.5)(1.5,-0.2)(1.7,-0.1)
\end{pspicture}
\end{center}
```



**Ejemplo**

El comando `\pscurve` es de gran ayuda para trazar curvas con comportamiento asintótico, como en el siguiente ejemplo. Para cada rama se dan siete puntos, y todos participan en la interpolación, pero en la gráfica final sólo aparecen los cinco puntos centrales.

*instrucciones ➞*



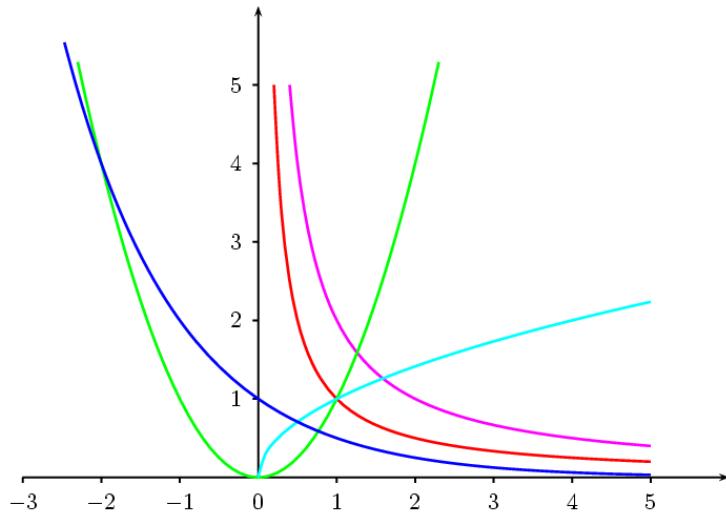
◀◀ *gráfica*

```
\begin{center}
\begin{pspicture}(-5,-5)(5,5)\grilla
\psaxes[labels=none,ticksize=1pt]{->}(0,0)(-5,-5)(5,5)
\psecurve[showpoints=true,dotstyle=diamond,linewidth=1.2pt]%
(0.125,8)(0.25,4)(0.5,2)(1,1)(2,0.5)(4,0.25)(8,0.125)
\psecurve[showpoints=true,dotstyle=diamond,linewidth=1.2pt]%
(-0.125,-8)(-0.25,-4)(-0.5,-2)(-1,-1)(-2,-0.5)(-4,-0.25)(-8,-0.125)
\end{pspicture}
\end{center}
```

Ejemplo

Trazado de funciones con `\psplot`:

Gráfica de las funciones $y = 1/x$ (rojo), $y = 2/x$ (púrpura), $y = x^2$ (verde), $y = \sqrt{x}$ (azul claro), $y = (\frac{1}{2})^x$ (azul oscuro).



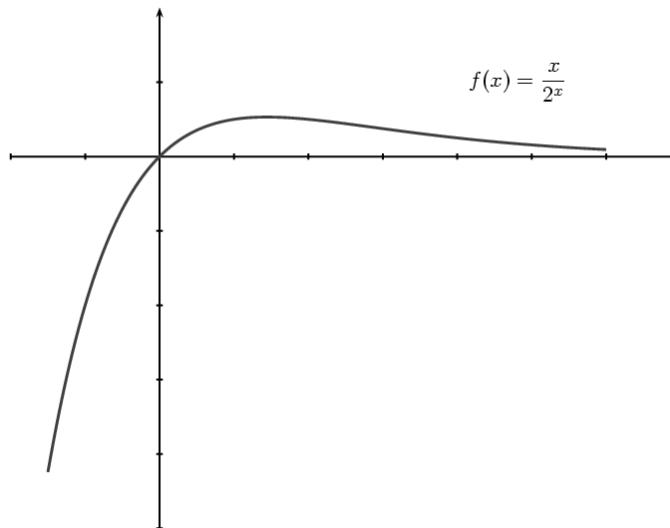
```
\psset{unit=1.2cm}
\begin{pspicture}(-3,0)(6,6)
\psaxes[ticksize=2pt,%
        tickstyle=bottom]{->}{(0,0)(-3,0)(6,6)}
\psplot[plotstyle=curve,%
        linecolor=magenta,% 
        linewidth=1.1pt]{0.4}{5}{2 x div}
\psplot[plotstyle=curve,%
        linecolor=red,% 
        linewidth=1.1pt]{0.2}{5}{1 x div}
\psplot[plotstyle=curve,%
        linecolor=blue,% 
        linewidth=1.1pt]{0.2}{5}{0.5 x exp}
```

```
\psset{unit=1.2cm}
\begin{pspicture}(-3,0)(6,6)
\psaxes[ticksize=2pt,%
        tickstyle=bottom]{->}{(0,0)(-3,0)(6,6)}
\psplot[plotstyle=curve,%
        linecolor=green,% 
        linewidth=1.1pt]{0.2}{5}{x sqrt}
\psplot[plotstyle=curve,%
        linecolor=cyan,% 
        linewidth=1.1pt]{0.2}{5}{x 2 exp}
\psplot[plotstyle=curve,%
        linecolor=blue,% 
        linewidth=1.1pt]{0.2}{5}{0.5 x exp}
```

**Ejemplo**

Gráfica de la función $f(x) = \frac{x}{2^{-x}}$ en el intervalo $[-1.5, 6]$.

Sintaxis PostScript: `x 2 x neg exp mul.`



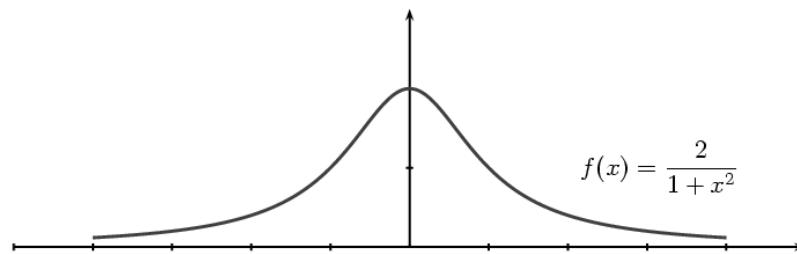
```
\begin{center}\begin{pspicture}(-2,-5)(7,2)
\psaxes[labels=none,ticksize=1pt]{->}(0,0)(-2,-5)(7,2)
\psplot[plotstyle=curve,plotpoints=200,linecolor=darkgray,
linewidth=1.2pt]{-1.5}{6}{x 2 x neg exp mul}
\uput[r](4,1){$f(x)=\frac{x}{2^x}$}
\end{pspicture}\end{center}
```



**Ejemplo**

Gráfica de la función $f(x) = \frac{2}{1+x^2}$ en el intervalo $[-4, 4]$.

Sintaxis PostScript: 2 1 x 2 exp add div.



```
\begin{center}\begin{pspicture}(-5,0)(5,3)
\psaxes[labels=none,ticksize=1pt]{->}(0,0)(-5,0)(5,3)
\psplot[plotstyle=curve,plotpoints=300,linecolor=darkgray,
linewidth=1.2pt]{-4}{4}{2 1 x 2 exp add div}
\uput[r](2,1){$f(x)=\frac{2}{1+x^2}$}
\end{pspicture}\end{center}
```



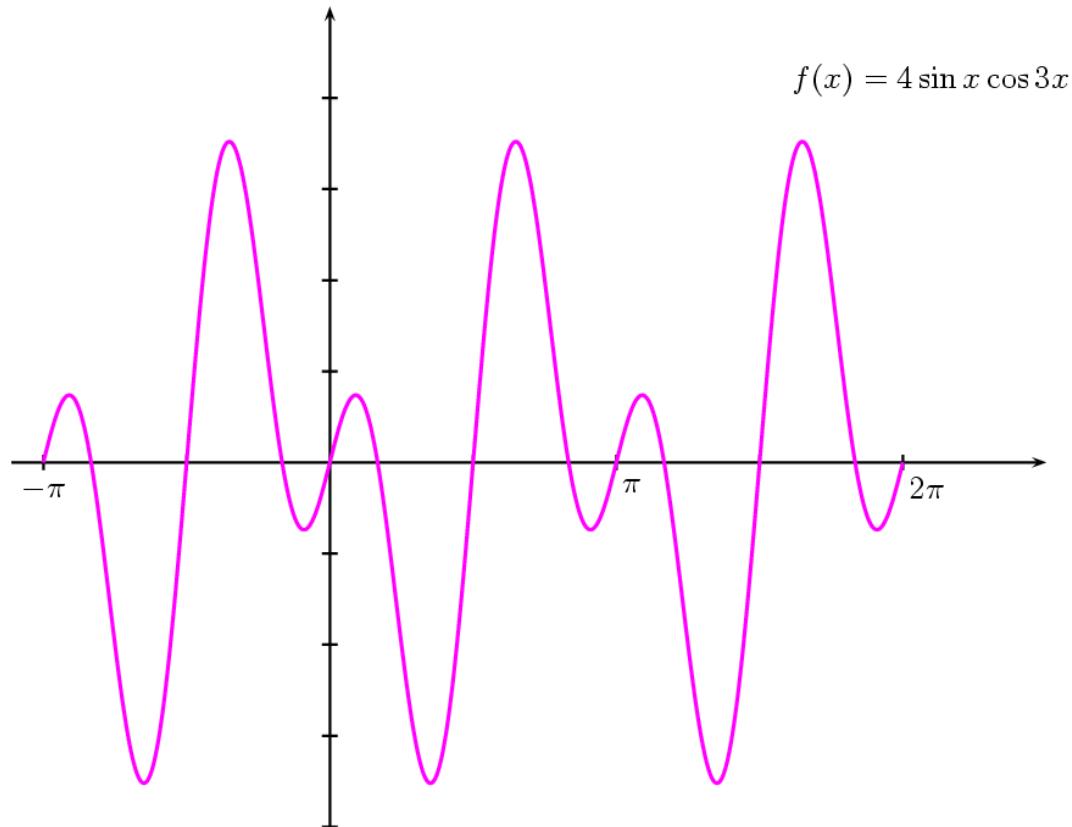
**Ejemplo**

Gráfica de la función $f(x) = 4 \sin x \cos 3x$, cuya traducción a la sintaxis PostScript es `4 x sin mul 3 x mul cos mul`. Como se señaló, las funciones trigonométricas seno y coseno asumen argumentos en grados sexagesimales; por esta razón, hemos tomado como `xunit` el valor $0.01745 = \pi/180$. De esta manera, el eje horizontal representa radianes, aunque los valores se escriban en grados. Obsérvese que la curva se ha trazado entre -180 y 360 , que corresponde —en radianes— al intervalo $[-\pi, 2\pi]$.

```
\begin{center}\psset{xunit=0.01745cm,yunit=1cm}
\begin{pspicture}(-200,-4)(450,5)
\psaxes[labels=none,ticksize=2pt,dx=90]{->}(0,0)(-200,-4)(450,5)
\psplot[plotstyle=curve,plotpoints=500,linecolor=magenta,
        linewidth=1.1pt]{-180}{360}{4 x sin mul 3 x mul cos mul}
\uput[d]{-}(190,0){$-\pi$}
\uput[d]{-}(375,0){$2\pi$}
\uput[d]{-}(280,4.2){$f(x)=4\sin x \cos 3x$}
\end{pspicture}
\end{center}
```

gráfica ►

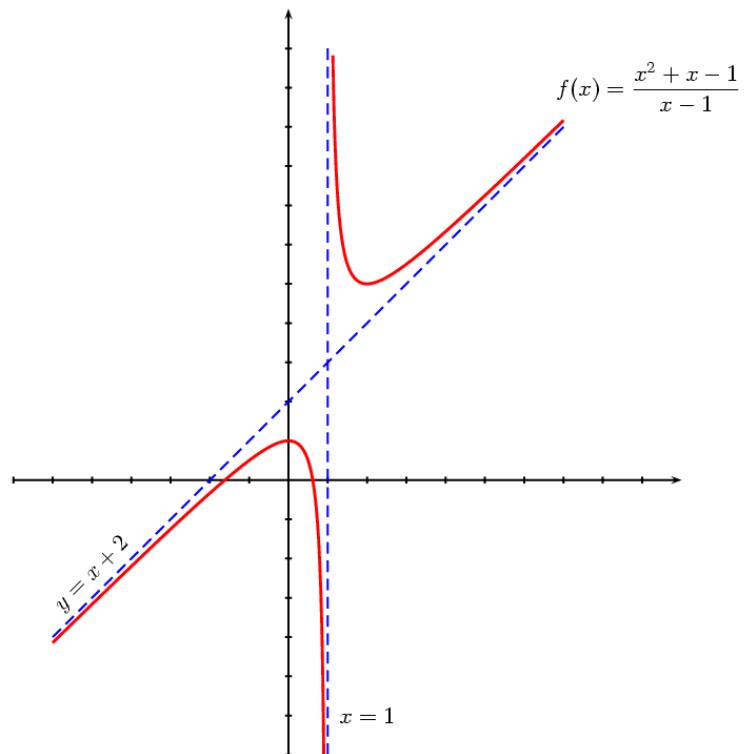
◀▶ *instrucciones*



**Ejemplo**

Gráfica de la función de ecuación $y = \frac{x^2+x-1}{x-1}$, cuya sintaxis PostScript es `x 2 exp x add 1 sub x 1 sub div`. Debido al comportamiento asintótico de la función, se han trazado las dos ramas por separado: la de la izquierda en el intervalo $[-6, 0.9]$ y la de la derecha en el intervalo $[1.13, 7]$.

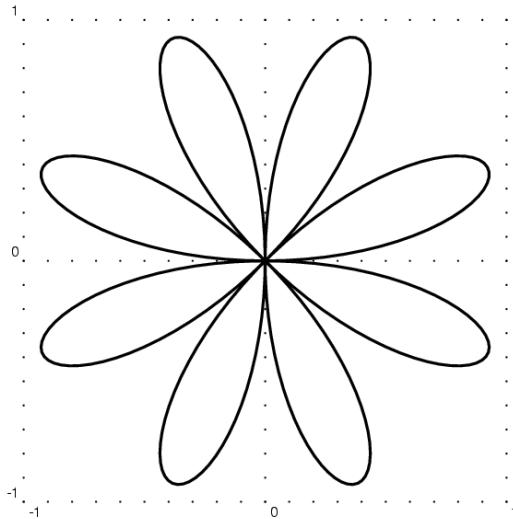
```
\psset{unit=0.6cm}
\begin{pspicture}(-7,-7)(11,12)
\psaxes[ticksize=1pt,labels=none]%
{->}(0,0)(-7,-7)(10,12)
\psline[linecolor=blue,linestyle=%
dashed](1,-7)(1,11)
\psplot[linecolor=blue,linestyle=%
dashed]{-6}{7}{x 2 add}
\psplot[plotstyle=curve,%
plotpoints=300, linecolor=%
red, linewidth=1.2pt]%
{-6}{0.9}{x 2 exp x add 1 sub x 1 sub div}
\psplot[plotstyle=curve, plotpoints=300, linecolor=red,%
linewidth=1.2pt]{1.13}{7}{x 2 exp x add 1 sub x 1 sub div}
\uput[r](1,-6){$x=1$}\uput[r](6.5,10){$f(x)=\frac{x^2+x-1}{x-1}$}
\rput{45}(-5,-2.4){$y=x+2$}\end{pspicture}
```



Ejemplo

El uso de `\parametricplot`:

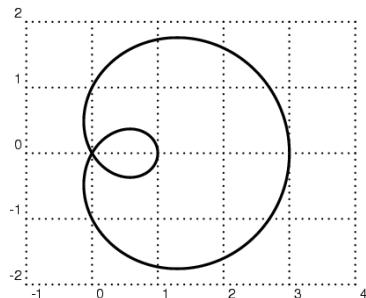
 Gráfica de la llamada *rosa de ocho pétalos*, cuya ecuación en coordenadas polares es $r = \sin 4\theta$. Según lo expuesto en la página 357 del libro, esta curva se puede parametrizar en la forma $\alpha(t) = (\sin 4t \cos t, \sin 4t \sin t)$.



```
\psset{unit=3.5cm}
\begin{pspicture}(-1,-1)(1,1)\grilla
\parametricplot [plotpoints=300,%
 linewidth=1.1pt] {0}{360}%
 {4 t mul sin t cos mul %
 4 t mul sin t sin mul}
\end{pspicture}
```

Ejemplo

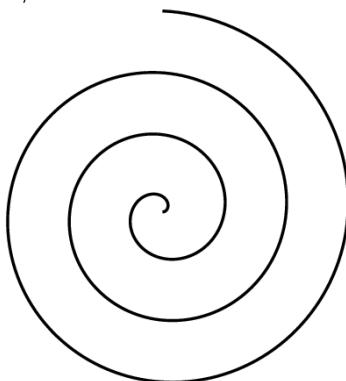
Gráfica del llamado *caracol de Pascal*, cuya ecuación polar es $r = 1 + 2 \cos \theta$. Parametrización: $\alpha(t) = ((1 + 2 \cos t) \cos t, (1 + 2 \cos t) \sin t)$.



```
\begin{pspicture}(-1,-2)(4,2)
\grilla
\parametricplot [plotpoints=300,%
 linewidth=1.1pt] {0}{360}%
 {1 2 t cos mul add t cos mul
 1 2 t cos mul add t sin mul}
\end{pspicture}
```

Ejemplo

Gráfica de la *espiral de Arquímedes*, $r = \theta$, trazada utilizando la parametrización $\alpha(t) = (t \cos t, t \sin t)$. Puesto que, en presencia de las funciones trigonométricas seno y coseno, **PSTricks** utiliza grados sexagesimales, debemos convertir el factor t a radianes multiplicando por $\pi/180 = 0.01745$.

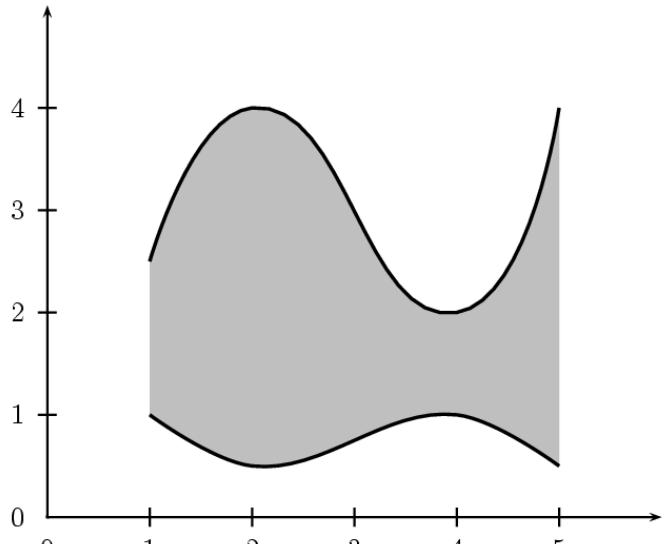


```
\psset{unit=0.15cm}
\begin{pspicture}(-20,-18)(20,22)
\parametricplot [plotpoints=500,%
 linewidth=1.2pt] {0}{1170}%
 {0.01745 t mul t cos mul
 0.01745 t mul t sin mul}
\end{pspicture}
```

Ejemplo

El uso de `\pscustom`:

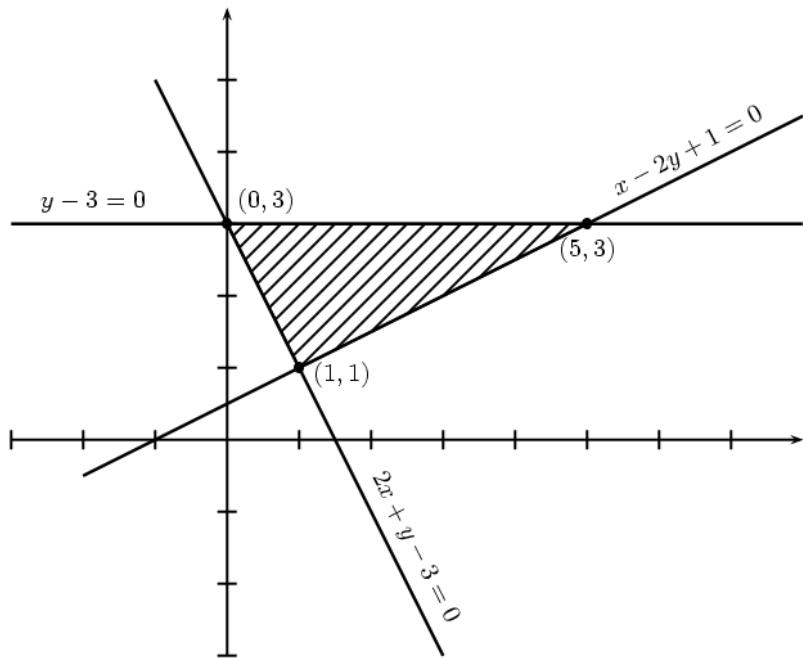
El comando `\pscustom` aparece antes que las instrucciones `\pscurve` que producen las curvas propiamente dichas.



```
\psset{unit=1.3cm}
\begin{pspicture}(6,5)
\psaxes{>}(6,5)
\pscustom[linestyle=none]{%
    \psline(1,1)(1,2.5)
    \pscurve[liftpen=1]%
        (1,2.5)(2,4)(4,2)(5,4)
    \psline(5,4)(5,0.5)
    \pscurve[liftpen=1]%
        (5,0.5)(4,1)(2,0.5)(1,1)
\fill[fillstyle=solid,%
      fillcolor=lightgray]}
\pscurve[linewidth=1.2pt]%
    (1,2.5)(2,4)(4,2)(5,4)
\pscurve[linewidth=1.2pt]%
    (5,0.5)(4,1)(2,0.5)(1,1)
\end{pspicture}
```

**Ejemplo**

Aquí se ha usado el parámetro `fillstyle=hlines` para llenar la región triangular definida por medio de `\pspolygon`. Se ilustra el uso de `\pscustom` pero cabe anotar que la región también se puede llenar con `\pspolygon[fillstyle=hlines](0,3)(5,3)(1,1)`.

*instrucciones ➞*

◀◀ *gráfica*

```
\psset{unit=0.9cm}
\begin{pspicture}(-3,-4)(8,6)
\psaxes[labels=none]{->}(0,0)(-3,-3)(8,6)
\rput{28}(6.4,4){\small $x-2y+1=0$}
\rput{-63}(2.6,-1.5){\small $2x+y-3=0$}
\rput(0,3){$\bullet$}
\rput(1,1){$\bullet$}
\rput(5,3){$\bullet$}
\uput[d](5,3){\small $(5,3)$}
\uput[r](1,0.9){\small $(1,1)$}
\uput[ur](0,3){\small $(0,3)$}
\psline[linewidth=1pt](-1,5)(3,-3)
\psline[linewidth=1pt](-3,3)(8,3)
\psline[linewidth=1pt](-2,-0.5)(8,4.5)
\pscustom{\pspolygon(0,3)(5,3)(1,1)
    \fill[fillstyle=hlines]}
\end{pspicture}
```

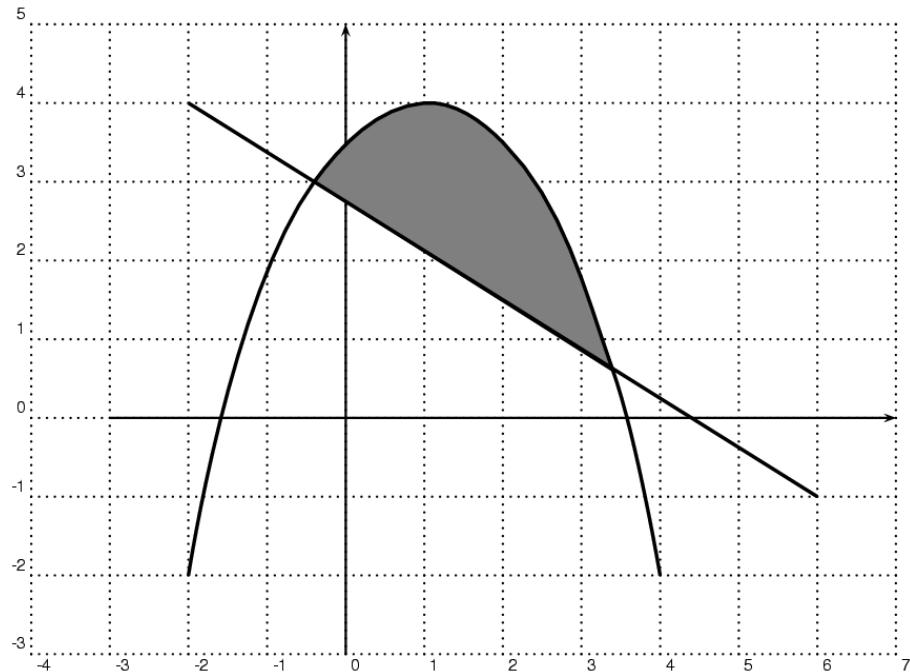
**Ejemplo**

La parábola de esta gráfica se ha trazado con `\pscurve` y seis puntos. En `\pscustom` se utilizaron los mismos seis puntos, pero con `\psecurve`, para ignorar los dos extremos. Si en lugar de eso se usara aquí `\pscurve` con los cuatro puntos interiores, la interpolación sería ligeramente diferente.

```
\begin{center}
\begin{pspicture}(-4,-3)(7,5)\grilla
\psaxes[labels=none,ticks=none]{->}(0,0)(-4,-3)(7,5)
\pscustom{%
    \psecurve(-2,-2)(-0.4,3)(1,4)(2,3.5)(3.4,0.6)(4,-2)
    \psline(3.4,0.6)(-0.4,3)
    \fill[fillstyle=solid,fillcolor=gray]}
\pscurve[linewidth=1.2pt](-2,-2)(-0.4,3)(1,4)(2,3.5)(3.4,0.6)(4,-2)
\psline[linewidth=1.2pt](-2,4)(6,-1)
\end{pspicture}
\end{center}
```

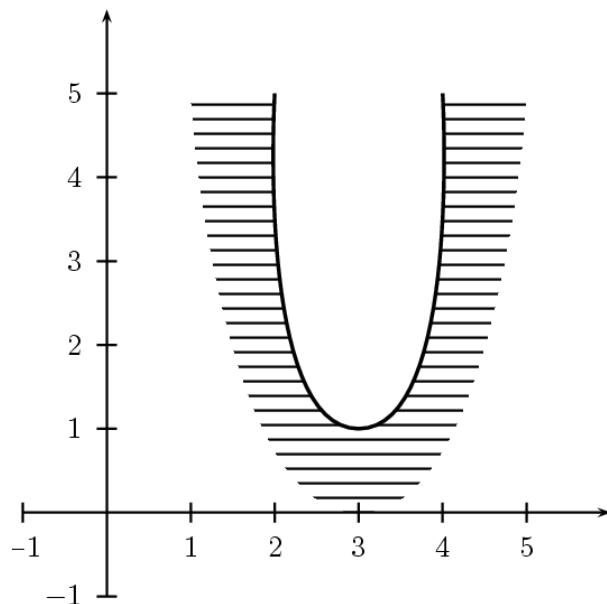
*gráfica ►*

◀◀ *instrucciones*



**Ejemplo**

Los segmentos horizontales en la parte superior, y la curva exterior de este ejemplo son “invisibles” debido a la opción `linestyle=none` de `\pscustom`. La curva interior se trazó explícitamente con `\pscurve`.



```
\begin{pspicture}(-1,-1)(6,6)
\psaxes{>}[0,0](-1,-1)(6,6)
\pscustom[linestyle=none]{%
\psline(2,5)(1,5)
\pscurve[liftpen=1](1,5)(3,0)(5,5)
\psline(5,5)(4,5)
\pscurve[liftpen=1](4,5)(3,1)(2,5)
\fill[fillstyle=hlines,hatchangle=0]
\pscurve[linewidth=1.2pt](4,5)(3,1)(2,5)
}
\end{pspicture}
```

Ejemplo

Coordenadas cartesianas por medio de `\SpecialCoor`
`\degrees[100]`:

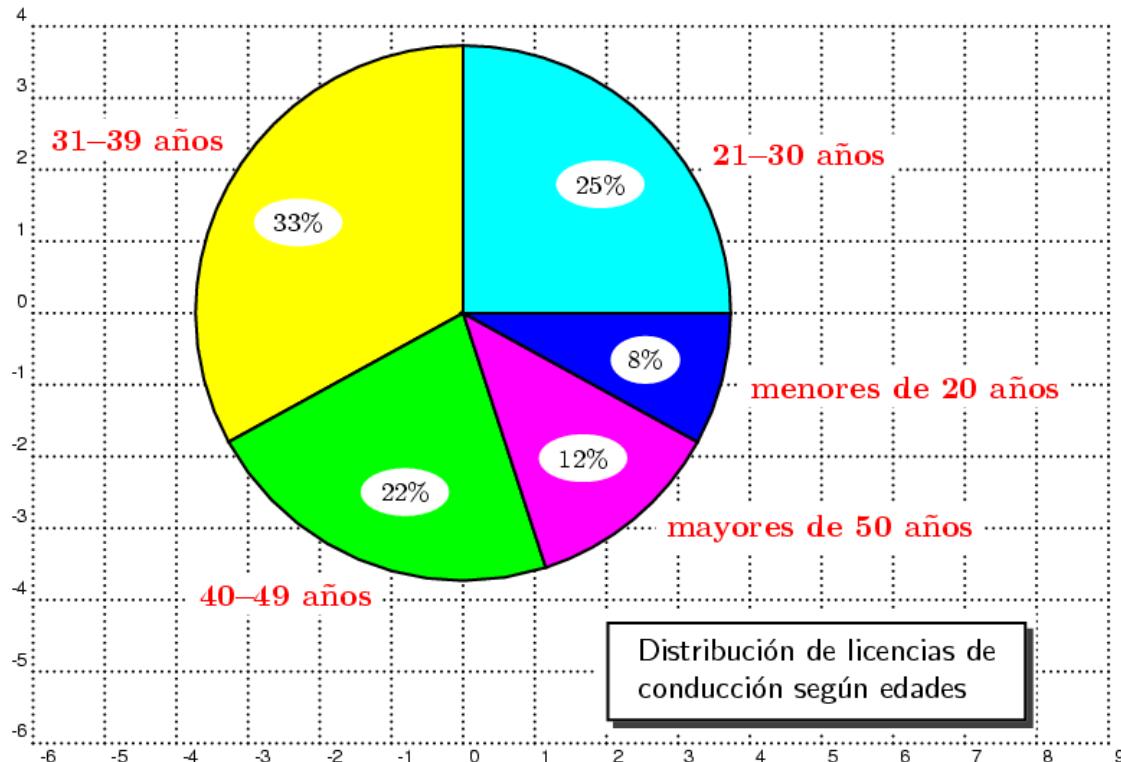
Obsérvese en la “torta de porcentajes”:

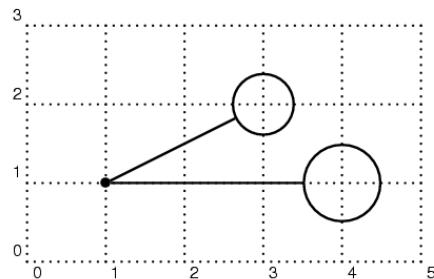
- Las unidades cartesianas `xunit` y `yunit` valen 0.8cm, mientras que `runit` vale 3cm.
- Los sectores circulares definidos con `\pswedge` tienen su centro en el origen cartesiano (0,0), pero el radio y los ángulos son coordenadas centesimales (porque estos comandos aparecen debajo de la instrucción `\SpecialCoor`).
- Para la leyenda “Distribución de licencias...” se utilizaron coordenadas cartesianas; para todos los demás comandos de posición se utilizaron coordenadas centesimales.

```
\begin{center}\psset{xunit=0.8cm,yunit=0.8cm,runit=3cm}
\begin{pspicture}(-6,-6)(9,4)\grilla
\SpecialCoor
\degrees[100]
\pswedge[fillstyle=solid,fillcolor=cyan](0,0){1}{0}{25}
\pswedge[fillstyle=solid,fillcolor=yellow](0,0){1}{25}{58}
\pswedge[fillstyle=solid,fillcolor=magenta](0,0){1}{58}{80}
\pswedge[fillstyle=solid,fillcolor=blue](0,0){1}{92}{100}
\rput(0.7;96){\footnotesize\psovalbox*{8\%}}\rput*[1](1.1;96){\bf\red
menores de 20 años}
\rput(0.7;86){\footnotesize\psovalbox*{12\%}}\rput*[1](1.1;87){\bf\red
mayores de 50 años}
\rput(0.7;70){\footnotesize\psovalbox*{22\%}}\rput*[r](1.1;70){\bf\red 40--49 años}
\rput(0.7;42){\footnotesize\psovalbox*{33\%}}\rput*[r](1.1;40){\bf\red 31--39 años}
```



```
\rput(0.7;12){\footnotesize\psovalbox*{25\%}}\rput*[1](1.1;9){\bf\red 21--30 años}
\rput*[1](2,-5){\sf\psframebox[shadow=true]%
{\begin{tabular}{l} Distribución de licencias de\\
conducción según edades \end{tabular}}}
\end{pspicture}\end{center}
```

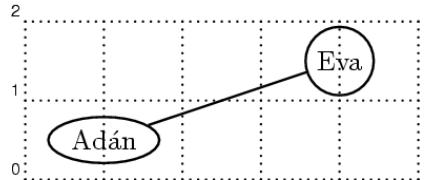


EjemploEjemplo del uso de `\dotnode` y `\cnode`:

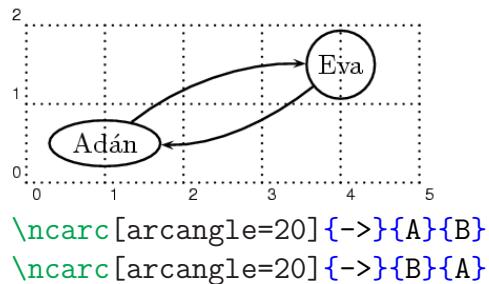
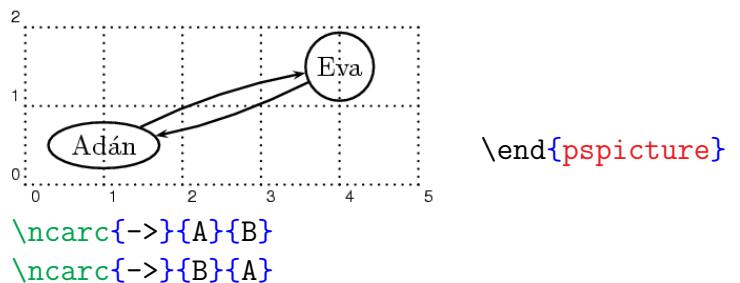
```
\begin{pspicture}(5,30)\grilla
\dotnode(1,1){A}
\cnode(3,2){0.4cm}{B}
\cnode(4,1){0.5cm}{C}
\ncline{A}{B}
\ncline{A}{C}
\end{pspicture}
```

Ejemplo

Ejemplos de conectores de nodos (los nodos mismos y las instrucciones de la izquierda son comunes a los tres ejemplos).

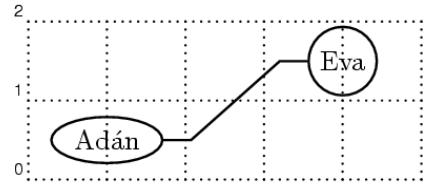


```
\begin{pspicture}(5,2)\grilla
\rput(1,0.5){\ovalnode{A}{Adán}}
\rput(4,1.5){\circlenode{B}{Eva}}
```



**Ejemplo**

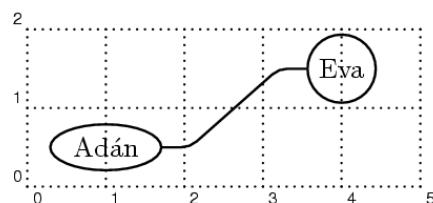
Ejemplos de conectores de nodos (los nodos mismos y las instrucciones de la izquierda son comunes a los tres ejemplos).



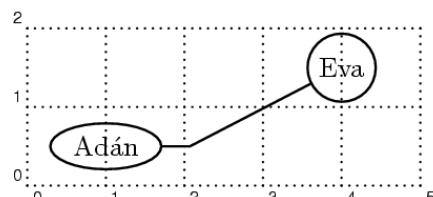
```
\ncdiag[angleB=180]{A}{B}
```

```
\begin{pspicture}(5,2)\grilla
\rput(1,0.5){\ovalnode{A}{Adán}}
\rput(4,1.5){\circlenode{B}{Eva}}
```

```
\end{pspicture}
```



```
\ncdiag[angleB=180,
linearc=0.3]{->}{A}{B}
```

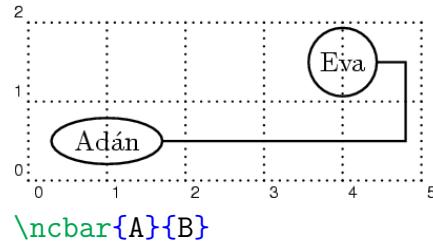


```
\ncdiagg[angleB=180]{->}{A}{B}
```

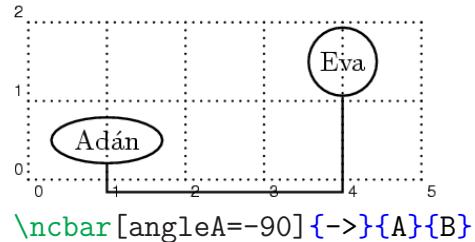


**Ejemplo**

Ejemplos de conectores de nodos
 (los nodos mismos y las instrucciones de la izquierda son comunes a los dos ejemplos).

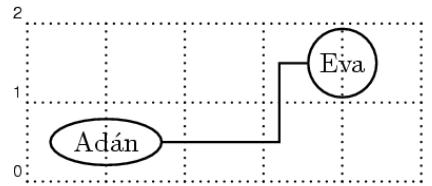


```
\begin{pspicture}(5,2)\grilla
\rput(1,0.5){\ovalnode{A}{Adán}}
\rput(4,1.5){\circlenode{B}{Eva}}
\ncbar{A}{B}
\end{pspicture}
```

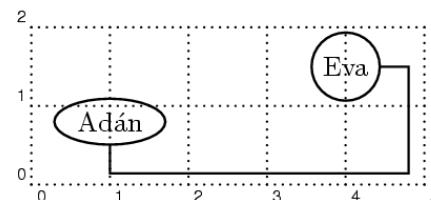


**Ejemplo**

Ejemplos de conectores de nodos (los nodos mismos y las instrucciones de la izquierda son comunes a los tres ejemplos).

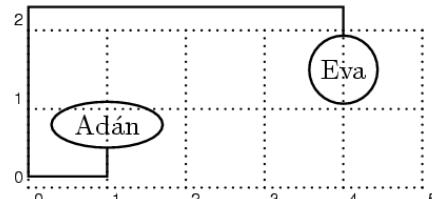


```
\ncangle [angleB=180] {A}{B}
```



```
\end{pspicture}
```

```
\ncangles [angleA=-90]
{->}{A}{B}
```

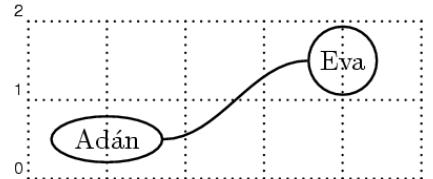


```
\ncloop [angleA=-90,
angleB=90] {A}{B}
```



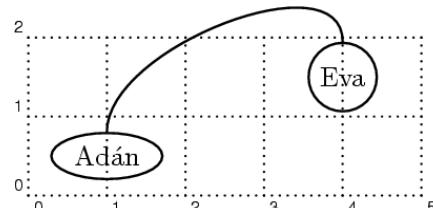
**Ejemplo**

Ejemplos de conectores de nodos
 (los nodos mismos y las instrucciones de la izquierda son comunes a los dos ejemplos).



```
\nccurve [angleB=180] {A}{B}
```

```
\begin{pspicture}(5,2)\grilla
\rput(1,0.5){\ovalnode{A}{Adán}}
\rput(4,1.5){\circlenode{B}{Eva}}
\end{pspicture}
```

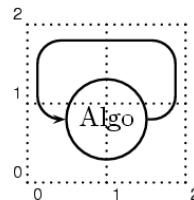


```
\nccurve [angleA=-90] {->}{A}{B}
```



**Ejemplo**

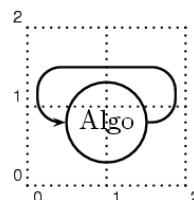
Ejemplos de bucles (el nodo mismo y las instrucciones de la izquierda son comunes a los tres ejemplos).



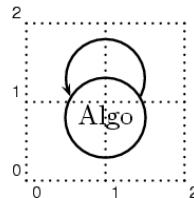
```
\ncloop[angleB=180,  
       linearc=0.3]{A}{B}
```

```
\begin{pspicture}(2,2)\grilla  
\rput(1,0.8){\circlenode{A}{Algo}}
```

```
\end{pspicture}
```



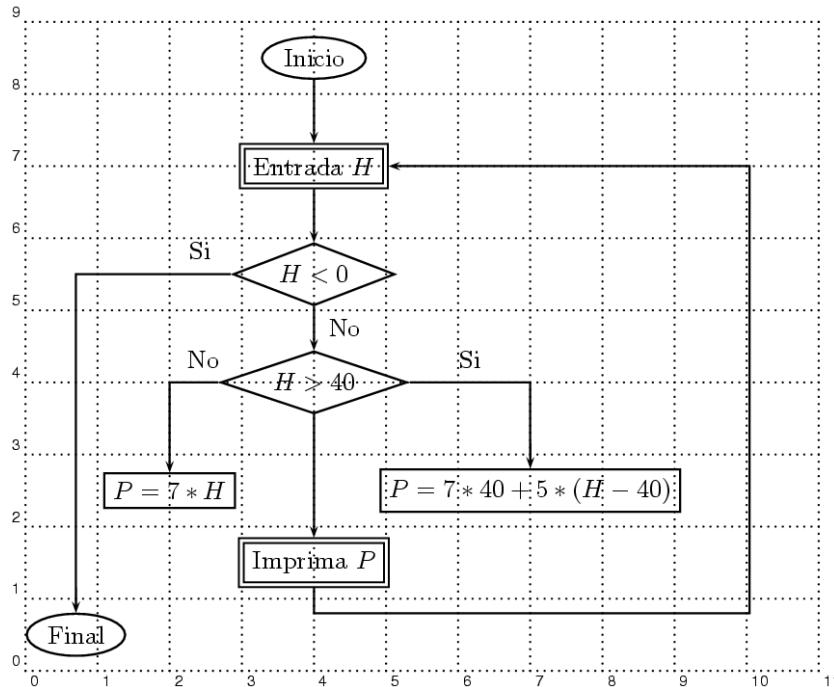
```
\ncloop[angleB=180,  
       linearc=0.3,  
       loopsize=0.7]{->}{A}{B}
```



```
\nccircle{->}{A}{B}
```

Ejemplo

Ejemplos del uso de etiquetas para conectores de nodos:

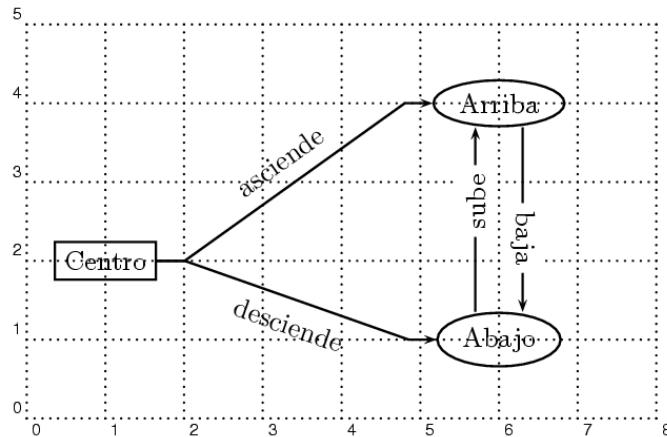


```

\begin{pspicture}(11,9)
\grilla
\rput(4,8.5){\ovalnode{C}{Inicio}}
\rput(0.7,0.5){\ovalnode{F}{Final}}
\rput(4,7){\rnode{E}{%}}
\psdblframebox{Entrada H$}}}
\rput(4,5.5){\dianode{H1}{$H<0$}}
\rput(2,2.5){\rnode{P1}{\psframebox{$P=7*H$}}}
\rput(7,2.5){\rnode{P2}{\psframebox{$P=7*40+5*(H-40)$}}}
\rput(4,1.5){\rnode{I}{%}}
\psdblframebox{%
  Imprima $P$}}
\ncline{->}{H1}{H2}\trput{No}\ncline{->}{H2}{I}
\nclangle[angleA=180,angleB=90]{->}{H2}{P1}\nbput[npos=0.3]{No}
\nclangle[angleB=90]{->}{H2}{P2}\nbput[npos=0.5]{Si}
\nclangle[angleA=180,angleB=90]{->}{H1}{F}\nbput[npos=0.2]{Si}
\nclangle[angleA=-90,armB=5cm]{->}{I}{E}\end{pspicture}
  
```

```

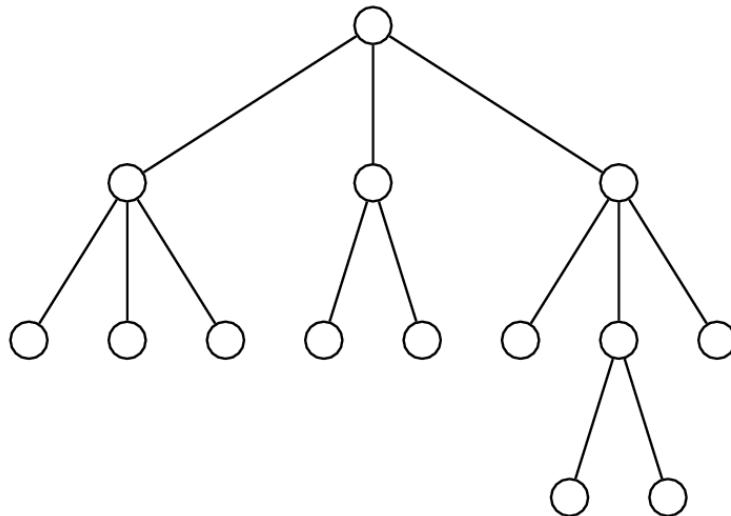
\begin{pspicture}(11,9)
\grilla
\rput(4,8.5){\ovalnode{C}{Inicio}}
\rput(0.7,0.5){\ovalnode{F}{Final}}
\rput(4,7){\rnode{E}{%}}
\psdblframebox{Entrada H$}}}
\rput(4,5.5){\dianode{H1}{$H<0$}}
\rput(2,2.5){\rnode{P1}{\psframebox{$P=7*H$}}}
\rput(7,2.5){\rnode{P2}{\psframebox{$P=7*40+5*(H-40)$}}}
\rput(4,1.5){\rnode{I}{%}}
\psdblframebox{%
  Imprima $P$}}
\ncline{->}{C}{E}
\ncline{->}{E}{H1}
  
```

**Ejemplo**

```
\begin{center}
\begin{pspicture}(8,5)\grilla
\rput(1,2){\rnode{A}{\psframebox{Centro}}}
\rput(6,4){\ovalnode{B}{Arriba}}
\rput(6,1){\ovalnode{C}{Abajo}}
\ncdiag[angleB=180]{->}{A}{B}\naput[nrot=:U]{asciende}
\ncdiag[angleB=180]{->}{A}{C}\nbput[nrot=:U]{desciende}
\ncline[offset=3mm]{->}{B}{C}\ncput*[nrot=-90,npos=0.6]{baja}
\ncline[offset=3mm]{->}{C}{B}\ncput*[nrot=90,npos=0.6]{sube}
\end{pspicture}
\end{center}
```

Ejemplo

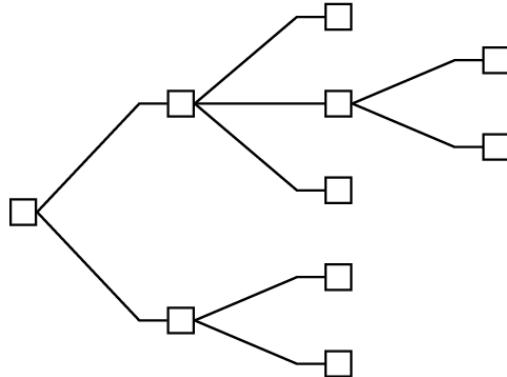
Árbol con nodos de la forma \TC:



```
\begin{center}
\pstree{\TC}{%
    \pstree{\TC}{\TC \TC \TC}
    \pstree{\TC}{\TC \TC}
    \pstree{\TC}{\TC \pstree{\TC}{\TC \TC \TC}}
}
\end{center}
```

Ejemplo

Árbol con nodos de la forma `\Tf`:



```

\pstree [treemode=R,%
edge=\nccdiag,armA=0pt,angleB=180]{\Tf}{%
\pstree{\Tf}{\Tf}
\pstree{\Tf}{\Tf \Tf \Tf}
\pstree{\Tf}{\Tf \Tf}}

```

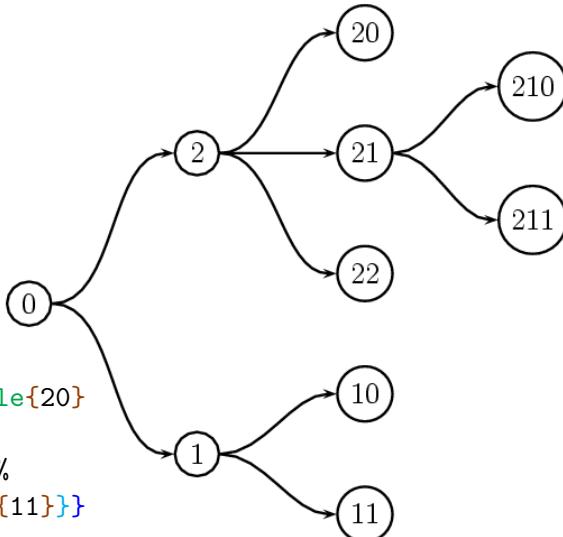
Ejemplo

Árbol con nodos de la forma `\Tcircle`:

```

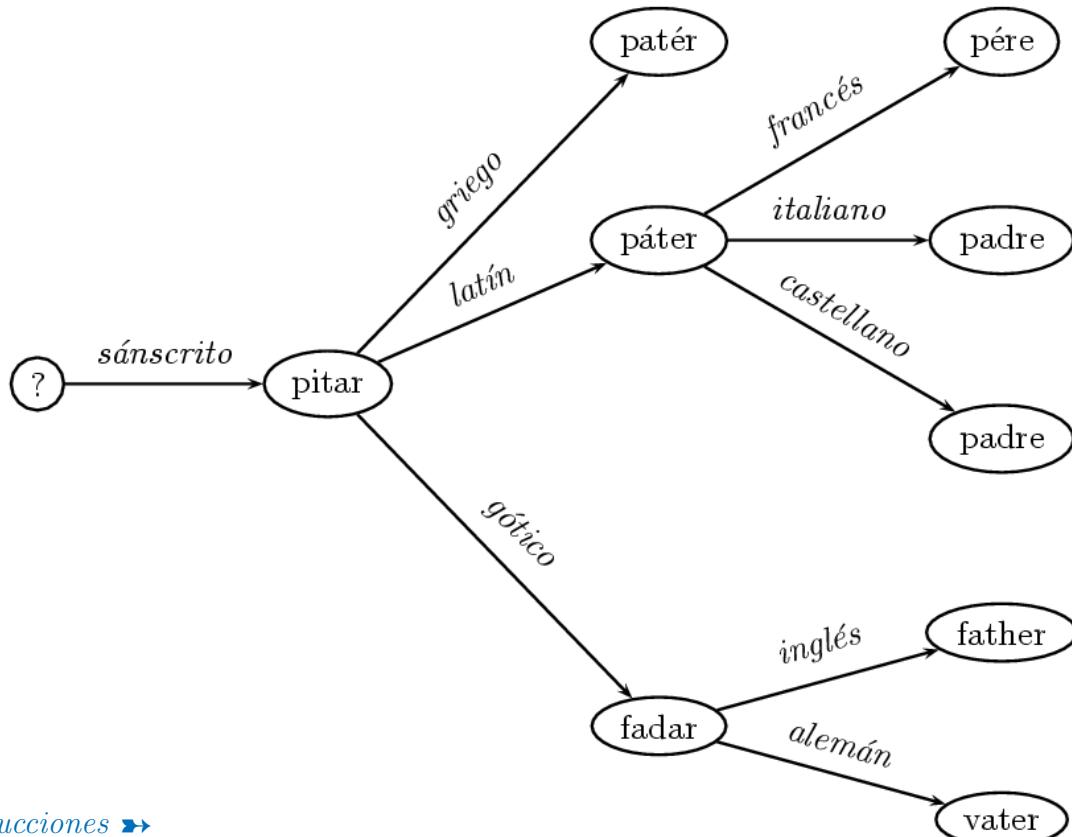
\pstree [treemode=R,%
edge=\nccurve,angleB=180,arrows=->]{\Tcircle{0}}{%
\pstree{\Tcircle{2}}{\Tcircle{20}}
\pstree{\Tcircle{21}}{\Tcircle{210}}
\pstree{\Tcircle{211}}{\Tcircle{22}}
\pstree{\Tcircle{1}}{\Tcircle{10}}
\pstree{\Tcircle{11}}{\Tcircle{11}}}

```



Ejemplo

Árbol con etiquetas sobre los conectores de nodos. Los nodos (excepto el primero) son de la forma `\Toval`.



instrucciones ➔

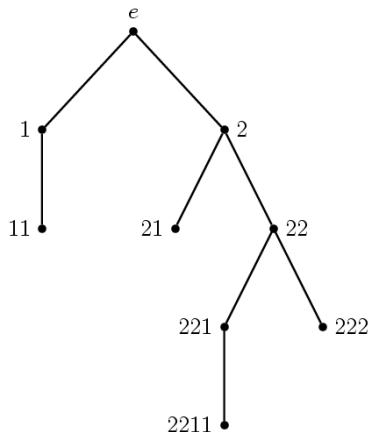


◀◀ *gráfica*

```
\begin{center}
\pstree[treemode=R,arrows=>,levelsep=*2cm,treesep=1.3cm]{%
 \Tcircle{?}}{%
 \pstree{\Toval{pitar}\naput{\it sánscrito}}{%
 \Toval{patér}\naput[nrot=:U]{\it griego}}
 \pstree{\Toval{páter}\naput[nrot=:U]{\it latín}}{%
 \Toval{pére}\naput[nrot=:U]{\it francés}
 \Toval{padre}\naput[nrot=:U]{\it italiano}
 \Toval{padre}\naput[nrot=:U]{\it castellano}}
 \pstree{\Toval{fadar}\naput[nrot=:U]{\it gótico}}{%
 \Toval{father}\naput[nrot=:U]{\it inglés}
 \Toval{vater}\naput[nrot=:U]{\it alemán}}}
\end{center}
```

Ejemplo

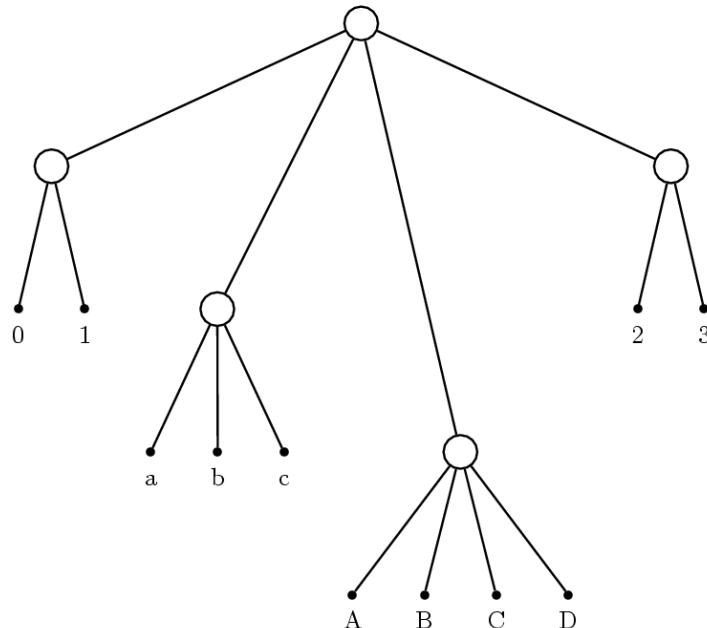
Árbol con etiquetas en los nodos. Los nodos son de la forma \Tdot.



```
\begin{center}
\pstree[tnpos=1,treesep=1.5cm,levelsep=1.5cm]{%
\Tdot[tnpos=a,tnsep=2pt]{$e$}}{%
\pstree{\Tdot~{1}}{\Tdot~{11}}
\pstree{\Tdot[r]~{2}}{\Tdot~{21}}
\pstree{\Tdot[r]~{22}}{%
\pstree{\Tdot~{221}}{\Tdot~{2211}}
\Tdot[r]~{222}}}
\end{center}
```

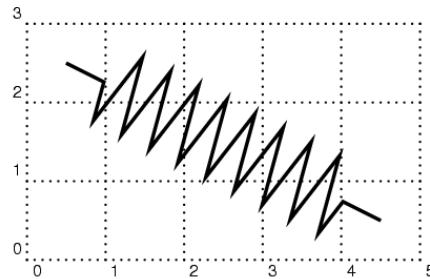
Ejemplo

El uso de `\skiplevel`:



```

\begin{center}
\pstree{\TC}{\pstree{\TC}{\Tdot^0 \Tdot^1}
\skiplevel{\pstree{\TC}{\Tdot^a \Tdot^b \Tdot^c}}
\skiplevel{\skiplevel{\pstree{\TC}{%
\Tdot^A \Tdot^B \Tdot^C \Tdot^D}}}
\pstree{\TC}{\Tdot^2 \Tdot^3}}
\end{center}
  
```

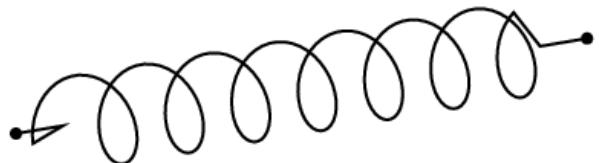
EjemploEl uso de `\pszigzag`:

```
\begin{pspicture}(0,0)(5,3)\grilla
\pszigzag[coilheight=0.4,
            linewidth=1.2pt](0.5,2.5)(4.5,0.5)
\end{pspicture}
```

El uso de `\pscoil`:

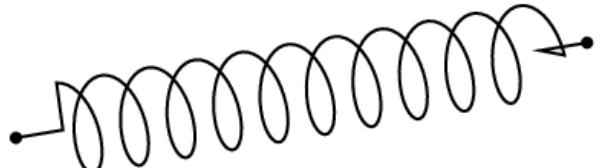
Ejemplo

```
\begin{pspicture}(0,0)(8,9)
\pscoil{*-*}(1,8)(7,9)
```



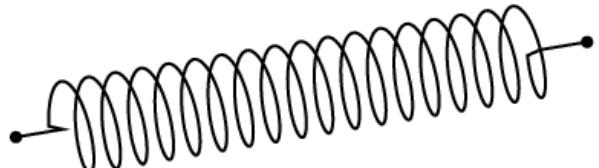
Ejemplo

```
\pscoil[coilheight=0.7]{*-*}(1,6)(7,7)
```



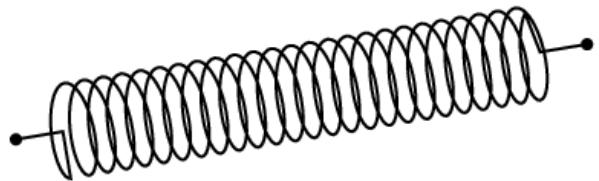
Ejemplo

```
\pscoil[coilheight=0.4]{*-*}(1,4)(7,5)
```



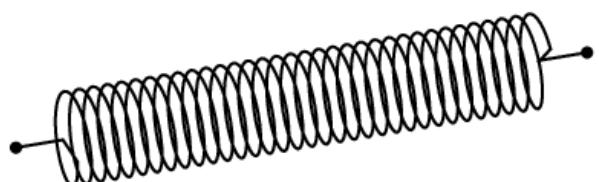
Ejemplo

```
\pscoil[coilheight=0.4,
coilaspect=60]{*-*}(1,2)(7,3)
```



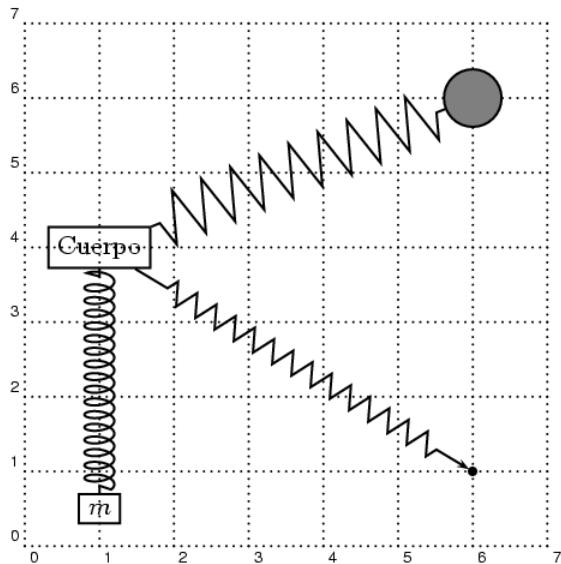
Ejemplo

```
\pscoil[coilheight=0.3,
coilaspect=60]{*-*}(1,0)(7,1)
\end{pspicture}
```



Ejemplo

El uso de resortes y zigzags como conectores de nodos:



```
\begin{pspicture}(0,0)(7,7)\grilla
\rput(1,4){\rnode{C}{\psframebox{Cuerpo}}}
\rput(1,0.5){\rnode{m}{\psframebox[m]{m}}}
\dotnode(6,1){p}
\cnode[fillstyle=solid,fillcolor=gray]{(6,6){0.4cm}}{P}
\nccoil[coilarm=0.1cm,coilwidth=0.4cm,%
coilheight=0.6]{C}{m}
\nczigzag[coilwidth=0.3cm]{->}{C}{p}
\nczigzag[coilarm=0.1cm,coilwidth=0.7cm,%
coilheight=0.6]{C}{P}
\end{pspicture}
```

Ejemplo El uso de `\pstextpath`:

Asociación Mundial de

Asociaciones Mundiales

```
\psset{linestyle=none}
\begin{pspicture}(-3,-3)(3,3)
\pstextpath[c]{\psarcn(0,0){2.5cm}{180}{0}}{%
    \LARGE\bf Asociación Mundial de}
\pstextpath[c]{\psarc(0,0){2.5cm}{180}{0}}{%
    \LARGE\bf Asociaciones Mundiales}
\end{pspicture}
```

El uso de `\pscharpath`:

Ejemplo

Arquímedes exclamó: ¡Eureka!

```
\pscharpath{\huge\bf Arquímedes exclamó:}\quad
\pscharpath[shadow=true,shadowsize=4pt,shadowcolor=lightgray,%
            fillstyle=solid,fillcolor=red]{\huge\bf ¡Eureka!}
```

Ejemplo

L^AT_EX **L^AT_EX** **L^AT_EX** **L^AT_EX**

```
\pscharpath[linestyle=dashed,dash=2pt 2pt]{%
    \Huge\bf\LaTeX}\quad
\pscharpath{\Huge\bf\LaTeX}\quad
\pscharpath[fillstyle=crosshatch,hatchsep=1pt,fillcolor=black]{%
    \Huge\bf\LaTeX}
\pscharpath[fillstyle=solid,fillcolor=lightgray]{\Huge\bf\LaTeX}
```



Gráficas con el paquete **PICTEX**

12.1 El paquete **PICTEX** y su instalación

El paquete PICTEX  es todo un clásico en la comunidad de TEXnócratas. Para trabajar con PICTEX en el ambiente LATEX se requieren tres archivos: `prepictex.tex`, `pictex.tex` y `postpictex.tex`.  Se accede al paquete escribiendo en el **preámbulo** del documento las siguientes instrucciones, en el orden indicado:

```
\DeclareFixedFont{\fiverm}{OT1}{cmr}{m}{n}{5pt}
\input{prepictex}
\input{pictex}
\input{postpictex}
```

El comando `\DeclareFixedFont{\fiverm}{...}` es necesario porque PICTEX utiliza la instrucción `\fiverm` para acceder a la fuente `cmr` en el tamaño de 5 puntos, y esa instrucción no está definida en LATEX.

12.2 Características de una gráfica en P_IC_TE_X

P_IC_TE_X procesa toda gráfica con respecto a un sistema coordenado bidimensional $x-y$ definido por el usuario.

`\setcoordinatesystem units < x,y >` define las unidades de medida, que deben ser **dimensiones T_EX** y pueden ser iguales o diferentes para x y y .

`\setplotarea x from x_0 to x_1 , y from y_0 to y_1` especifica el área de trabajo, definiéndola como el rectángulo de vértices opuestos (x_0, y_0) y (x_1, y_1) .

Una gráfica desplegada y centrada se construye con la estructura

```
\[
\begin{picture}
\setcoordinatesystem units < $x,y$ >
\setplotarea x from  $x_0$  to  $x_1$ , y from  $y_0$  to  $y_1$ 
:
comandos adicionales de la gráfica
:
\endpicture
\]
```

12.3 Grillas

`\grid {n} {m}` divide el ancho y la altura del área de trabajo en n columnas y m filas.

Una grilla de fondo puede servir de guía durante la elaboración de una gráfica. Para que sea útil, se debe definir `\grid {n} {m}` de tal manera que n sea el número de unidades horizontales y m el número de unidades verticales establecidas con `\setplotarea`. Además, el comando `\grid` puede estar precedido de la instrucción `\setdots` para que las líneas de la grilla sean punteadas y no obstruyan la visibilidad de los demás elementos de la gráfica.

12.4 Rectas y polígonos

`\setlinear \plot lista de puntos /` traza líneas rectas entre los puntos de la *lista de puntos*. Las coordenadas se separan con espacios y debe haber por lo menos un espacio antes del / final.

12.5 Circunferencias y arcos de circunferencia

`\circulararc n degrees from x_1 y_1 center at x_2 y_2` traza un arco de n grados de la circunferencia centrada en (x_2, y_2) , a partir del punto (x_1, y_1) . El ángulo n puede tomar cualquier valor real entre -360 y 360 . Si es positivo, el arco es trazado en el sentido anti-horario; si es negativo, en el sentido horario.

12.6 Elipses y arcos de ellipse

`\ellipticalarc axes ratio $a:b$ n degrees from x_1 y_1 center at x_2 y_2` traza un arco de n grados de la ellipse centrada en (x_2, y_2) , con semieje horizontal a y semieje vertical b , a partir del punto (x_1, y_1) . El ángulo n puede tomar cualquier valor real entre -360 y 360 . Si es positivo, el arco es trazado en el sentido anti-horario; si es negativo, en el sentido horario.

12.7 El comando \put

`\put {objeto} [posición] at x1 y1` coloca un *objeto* en el punto (*x*₁, *y*₁) del área de trabajo. Si se omite el argumento opcional *posición*, el *objeto* aparece centrado sobre el punto (*x*₁, *y*₁).

12.8 Rectángulos e histogramas

`\putrectangle corners at x1 y1 and x2 y2` traza el rectángulo de vértices opuestos (*x*₁, *y*₁) y (*x*₂, *y*₂).

`\sethistograms \plot lista de puntos /` traza el histograma a partir de puntos de la *lista de puntos* especificada; en ésta se indica solamente el extremo inferior izquierdo del histograma y el vértice superior derecho de cada rectángulo.

12.9 El comando \multiput

`\multiput {objeto} at lista de puntos /` coloca el *objeto* en cada uno de los puntos de la *lista de puntos*.

La *lista de puntos* puede indicar los puntos por medio de la simplificación

`x0 y0 *n x1 y1 /`

que significa: el *objeto* se coloca primero en el punto (x_0, y_0) , luego en el punto (x_1, y_1) , y así sucesivamente hasta completar un total de n copias, con igual espaciamiento entre sí.

12.10 Letras y palabras apiladas

`\stack [alineación] <separación> {lista}` apila de arriba hacia abajo las letras o palabras contenidas en la *lista*. En la *lista*, los ítems se separan entre sí por comas; si alguno de ellos tiene una coma, ésta se debe encerrar entre llaves `{ }`. El parámetro `[alineación]`, que es opcional, toma los valores `[l]` (izquierda) o `[r]` (derecha) para indicar la justificación. Si se omite, los ítems aparecen centrados. El parámetro `<separación>`, también opcional, se usa para indicar la separación vertical entre ítems. Por defecto vale `0.17\baselineskip`.

En una gráfica, `\stack` se coloca usando `\put` o `\multiput`. También se puede usar `\stack` en párrafos normales, sin especificar `\begin{picture}` ... `\end{picture}`. En tales casos, la pila y el texto circundante quedan alineados por la parte inferior.

12.11 Ejes coordenados

El comando `\axis` de P_IC_TE_X tiene cuatro formas básicas:

<code>\axis bottom opciones /</code>	Traza un eje horizontal en la parte inferior del área de trabajo .
<code>\axis top opciones /</code>	Traza un eje horizontal en la parte superior del área de trabajo .
<code>\axis left opciones /</code>	Traza un eje vertical en el extremo izquierdo del área de trabajo .
<code>\axis right opciones /</code>	Traza un eje vertical en el extremo derecho del área de trabajo .

Hay varios **modificadores** opcionales, que se deben escribir en los sitios señalados.

12.12 Trazado de curvas

`\setquadratic \plot lista de puntos /` traza una curva por interpolación cuadrática a partir de los puntos de la *lista de puntos*. Este comando está sujeto a las siguientes condiciones:

1. El número de puntos debe ser impar.
2. Los tres primeros puntos, P_0 , P_1 y P_2 , deben estar *aproximadamente* en línea recta y P_1 debe estar en el segundo tercio del arco entre P_0 y P_2 . Similarmente, los puntos P_2 , P_3 y P_4 , deben estar *aproximadamente* en línea recta y P_3 debe estar en el segundo tercio del arco entre P_2 y P_4 ; y así sucesivamente.



Para información adicional sobre `\setquadratic`, véase la sección correspondiente en el libro, páginas 404–406.

12.13 Grosor de líneas y curvas

`\setplotsymbol {símbolo}` cambia el símbolo con el que P_IC_TE_X traza las curvas en los comandos `\setlinear`, `\setquadratic`, `\circulararc` y `\ellipticalarc`. Por defecto, el símbolo es el punto · de la fuente cmr (romana de 5 puntos).

`\linethickness=d` cambia el grosor de las líneas trazadas con `\axis`, `\grid`, `\putrectangle`, `\sethistograms` y `\setbars`. El número d debe ser una dimensión T_EX.

Para aumentar ligeramente el grosor de las líneas, lo más práctico es aumentar el tamaño del punto de trazado con los comandos L^AT_EX para el tamaño de la letra. Véase al respecto la página 407 del libro.



12.14 Líneas y curvas punteadas



`\setdots <d>` hace que las líneas sean punteadas; d , una dimensión T_EX, representa la distancia entre los puntos, y si se omite toma el valor por defecto de 5pt.

`\setsolid` retorna al trazado “sólido”.

`\setdotsnear <d> for <longitud de la línea o arco>` corrige el trazado de tal manera que todos los arcos y las líneas comiencen y terminen con puntos. El parámetro d es la distancia deseada entre los puntos. Se requiere el valor exacto de la *longitud de la línea o arco*, el cual se puede obtener con `\findlength`.

12.15 Líneas y curvas a trozos



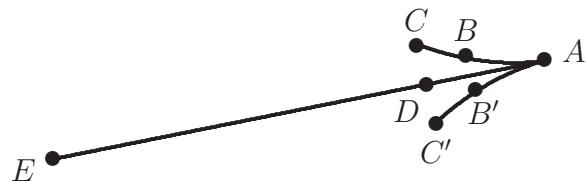
`\setdashes <d>` hace que las líneas sean trazadas a trozos; d , que debe ser una dimensión Te_X, representa la longitud de los trozos y la distancia entre ellos. Si se omite toma el valor por defecto de 5pt. Para retornar al trazado “sólido” se escribe `\setsolid`.

`\setdashesnear <d> for <longitud de la línea o arco>` corrige el trazo de tal manera que todos los arcos y las líneas comiencen y terminen con segmentos completos. El parámetro d es la distancia deseada entre los segmentos. Se requiere el valor exacto de la *longitud de la línea o arco*.

`\findlength {curva}` encuentra la longitud de la *curva* y la almacena como `\totalarc length`. Este comando se puede usar con `\setdashesnear` o con `\setdotsnear`.

12.16 Flechas

`\arrow <ℓ> [c,d] from x0 y0 to x1 y1` traza una flecha de la forma



donde

$$E = (x_0, y_0)$$

$$A = (x_1, y_1)$$

ℓ es la distancia entre A y D

$c\ell$ es la distancia entre B y B'

$d\ell$ es la distancia entre C y C'



Véase la página 414 del libro para una comparación de los resultados obtenidos con diferentes valores de ℓ , c y d .

12.17 Rotaciones

```
\starttrotation by coseno de θ seno de θ about  $x_0$   $y_0$   
    objeto  
\stoprotation
```

hace rotar el *objeto* un ángulo θ alrededor del punto (x_0, y_0) .

- ☞ No se pueden rotar los comandos `\axis` y `\putrectangle`.
- ☞ Los comandos `\put` *{objeto}* y `\multiput` *{objeto}* se pueden rotar, pero el *objeto* conserva su orientación original. En particular, el texto corriente y las fórmulas no se pueden rotar (no obstante, en gráficas PICTEX se puede usar el comando `\rotatebox` del paquete `graphicx`).

12.18 Gráficos de barras

`\setbars breadth <a> baseline at y=y0 \plot x1 y1 x2 y2 ... /` traza un gráfico de barras verticales, cada una de ancho a y con base en $y = y_0$. Las barras aparecen en las coordenadas horizontales x_1, x_2, \dots , y se extienden verticalmente hasta y_1, y_2, \dots .

`\setbars breadth <a> baseline at x=x0 \plot x1 y1 x2 y2 ... /` traza un gráfico de barras horizontales, cada una de ancho a y con base en $x = x_0$. Las barras aparecen en las coordenadas verticales y_1, y_2, \dots , y se extienden horizontalmente hasta x_1, x_2, \dots .

`baselabels ([posición] < x_t, y_t >)` no es un comando, sino un modificador opcional, y se debe poner inmediatamente antes de `\plot`. Coloca etiquetas en las bases de las barras. La parte $<x_t, y_t>$ se usa para trasladar la etiqueta horizontal o verticalmente, distancias x_t y y_t respectivamente. Las etiquetas mismas se escriben entre comillas ("etiqueta") después de las coordenadas de cada barra.



`endlabes ([posición] < x_t, y_t >)` es el modificador análogo a `baselabels` para colocar etiquetas en los extremos de las barras. Debe escribirse antes de `\plot` (pero después de `baselabels`, si éste último se usa).

12.19 Sombreado de regiones



`\setshadesymbol <a,b,c,d> ({símbolo})` establece el símbolo con el que se hace el sombreado. Si se omite, P_IC_TE_X utiliza el punto · de la fuente cmr5 (romana de 5 puntos). Para el uso de la parte `<a,b,c,d>`, que es opcional, se remite al lector a la página 420 del libro.

`\setshadegrid span <d>` establece la distancia entre los puntos de la grilla de sombreado. Si se omite este comando, P_IC_TE_X utiliza una grilla con 5pt de separación entre sus vértices.



`\vshade x_1\ a_1\ b_1\ x_2\ a_2\ b_2\ x_3\ a_3\ b_3\ ... /` sombra la **región encerrada en una franja vertical** cuya frontera inferior está dada por los puntos (x_1, a_1) , (x_2, a_2) , (x_3, a_3) , ldots, y cuya frontera superior está dada por los puntos (x_1, b_1) , (x_2, b_2) , (x_3, b_3) , El comando debe ir precedido de `\setlinear` o `\setquadratic`; en este último caso, el número de triples debe ser impar. Para más detalles, véase la página 421 del libro.

`\hshade y_1\ a_1\ b_1\ y_2\ a_2\ b_2\ y_3\ a_3\ b_3\ ... /` sombra la **región encerrada en una franja horizontal** cuya frontera izquierda está dada por los puntos (a_1, y_1) , (a_2, y_2) , (a_3, y_3) , etc., y cuya frontera derecha está dada por los puntos (b_1, y_1) , (b_2, y_2) , (b_3, y_3) , etc. El comando debe ir precedido de



\setlinear o \setquadratic, en este último caso, el número de triplas debe ser impar. Para más detalles, véanse las páginas 423–424 del libro.

in	Hace que las marcas sean trazadas hacia el interior del área de trabajo . Se coloca inmediatamente después de ticks .
out	Hace que las marcas sean trazadas hacia el exterior del área de trabajo . Escogido por defecto.
short	Traza marcas cortas. Se coloca inmediatamente después de ticks .
long	Traza marcas largas. Escogido por defecto.
length <ℓ>	Hace que las marcas tengan longitud ℓ . Se coloca inmediatamente después de ticks .
andacross	Hace que las marcas se extiendan de extremo a extremo, a través del área de trabajo . Se coloca inmediatamente después de ticks .
butnotacross	Tiene el efecto contrario de andacross . Escogido por defecto.
shiftedto $x=x_1$	Traslada un eje vertical hasta la coordenada $x = x_1$. Se coloca después de right o left .
shiftedto $y=y_1$	Traslada un eje horizontal hasta la coordenada $y = y_1$. Se coloca después de top o bottom .
label {...}	Crea un rótulo o etiqueta para el eje, que aparece centrado horizontal o verticalmente, según sea el caso. Se coloca inmediatamente después de \axis .

Modificadores del comando **\axis**. Véanse también las [opciones](#).



TABLA 12.1

Opción	Efecto en la gráfica
[l]	(x_1, y_1) está a la izquierda del <i>objeto</i>
[r]	(x_1, y_1) está a la derecha del <i>objeto</i>
[t]	(x_1, y_1) está arriba del <i>objeto</i>
[b]	(x_1, y_1) está debajo del <i>objeto</i>

Valores para el parámetro *posición* de `\put`. Se pueden usar las opciones dobles [lt], [lb], [rt] y [rb] para obtener simultáneamente el efecto de dos opciones individuales. Se usa también con los [gráficos de barras](#).

- **ticks unlabeled from a_1 to a_2 by d**

Se trazan marcas no etiquetadas, a intervalos de d unidades, desde la coordenada a_1 hasta la coordenada a_2 .

- **ticks numbered from a_1 to a_2 by d**

Se trazan marcas numeradas, a intervalos de d unidades, desde la coordenada a_1 hasta la coordenada a_2 .

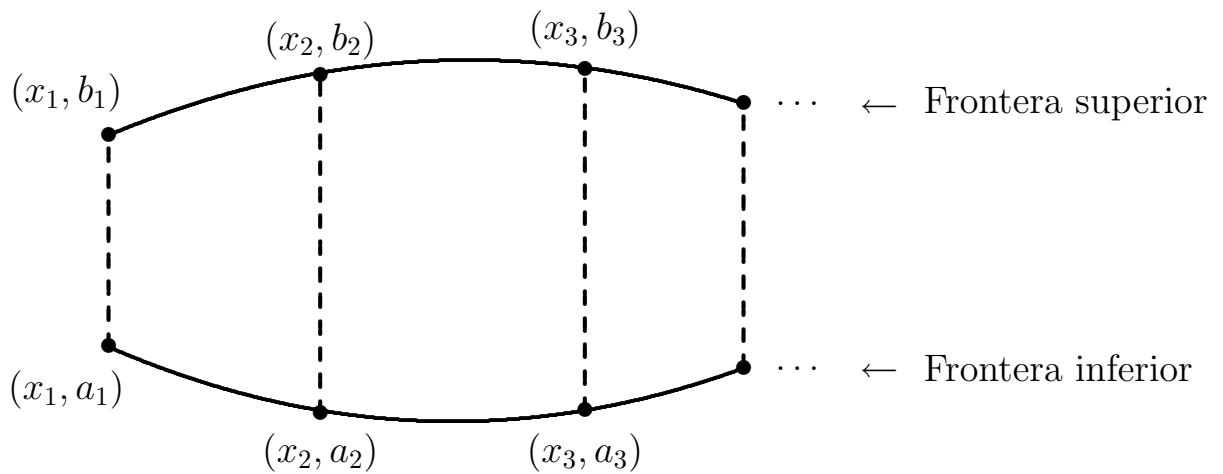
- **ticks withvalues $v_1 \ v_2 \ \dots$ / at $a_1 \ a_2 \ \dots$ /.**

Se trazan marcas con etiquetas v_1, v_2, \dots en las coordenadas especificadas por a_1, a_2, \dots . Etiquetas vacías se señalan con {}.

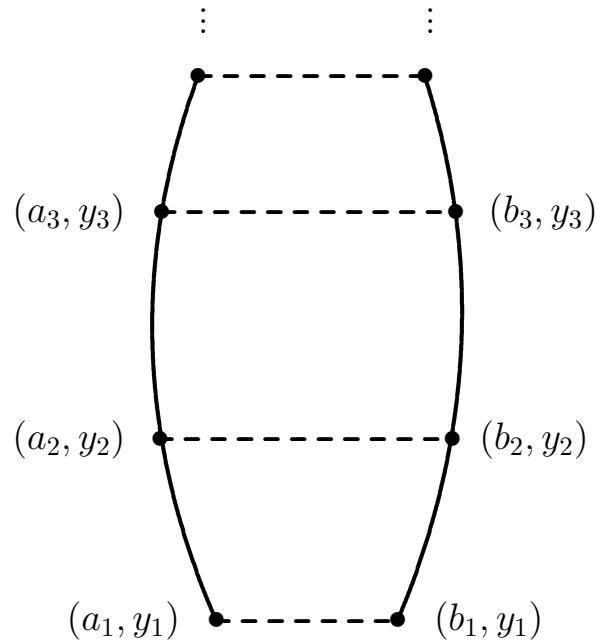
- **ticks withvalues $v_1 \ v_2 \ \dots$ / quantity n**

Se trazan n marcas con las etiquetas v_1, v_2, \dots , de extremo a extremo del eje y uniformemente separadas entre sí. Etiquetas vacías se señalan con {}.

Opciones de **\axis**. Véase también la tabla de **modificadores**.



Región para sombreado vertical con `\vshade`.

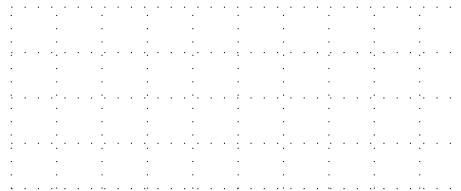


Región para sombreado horizontal con `\hshade`.

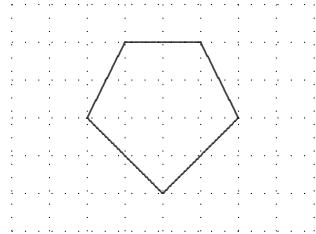
Ejemplo El uso de `\grid`:


```
\[ \begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1cm,1cm>
\setplotarea x from -5 to 5, y from -1 to 1
\grid {8} {4}
\end{picture}\]
```

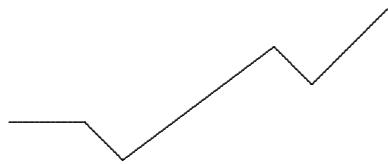
Ejemplo



```
\[ \begin{picture}
\setcoordinatesystem units <0.6cm,0.6cm>
\setplotarea x from -5 to 5, y from -2 to 2
\setdots
\grid {10} {4}
\end{picture}\]
```

EjemploEl uso de `\setlinear`:

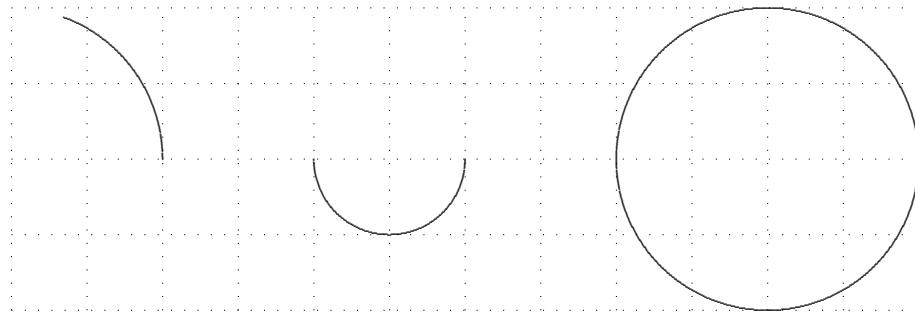
```
\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <0.5cm,0.5cm>
\setplotarea x from -4 to 4, y from -3 to 3
\setlinear \plot -2 0  -1 2  1 2  2 0  0 -2
-2 0 /
\setdots
\grid {8} {6}
\endpicture
```

Ejemplo

```
\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <0.5cm,0.5cm>
\setplotarea x from -6 to 6, y from -3 to 3
\setlinear \plot -5 -1  -3 -1  -2 -2  2 1  3 0
5 2 /
\endpicture
```

Ejemplo

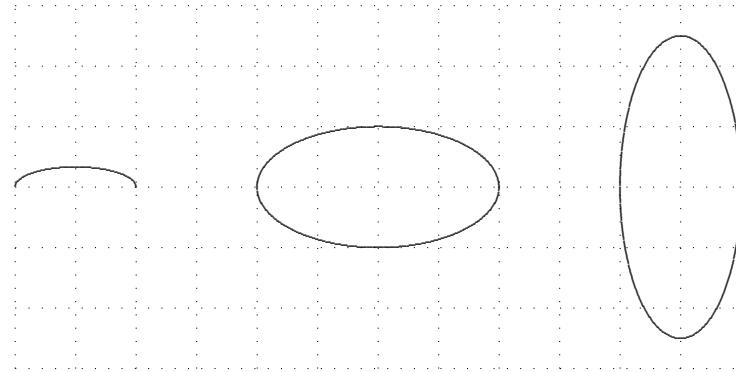
El uso de \circulararc:



```
\[\\begin{picture}
\\setcoordinatesystem units <1cm,1cm>
\\setplotarea x from -6 to 6, y from -2 to 2
\\circulararc 70 degrees from -4 0 center at -6 0
\\circulararc -180 degrees from 0 0 center at -1 0
\\circulararc 360 degrees from 2 0 center at 4 0
\\setdots
\\grid {12} {4}
\\endpicture\]
```

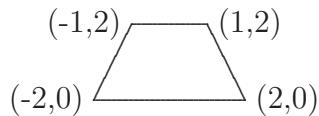
Ejemplo

El uso de \ellipticalarc:



```
\[\\begin{picture}
\\setcoordinatesystem units <0.8cm,0.8cm>
\\setplotarea x from -6 to 6, y from -3 to 3
\\ellipticalarc axes ratio 3:1 180 degrees from -4 0 center at -5 0
\\ellipticalarc axes ratio 2:1 360 degrees from 2 0 center at 0 0
\\ellipticalarc axes ratio 1:2.5 360 degrees from 6 0 center at 5 0
\\setdots
\\grid {12} {6}
\\endpicture\]
```

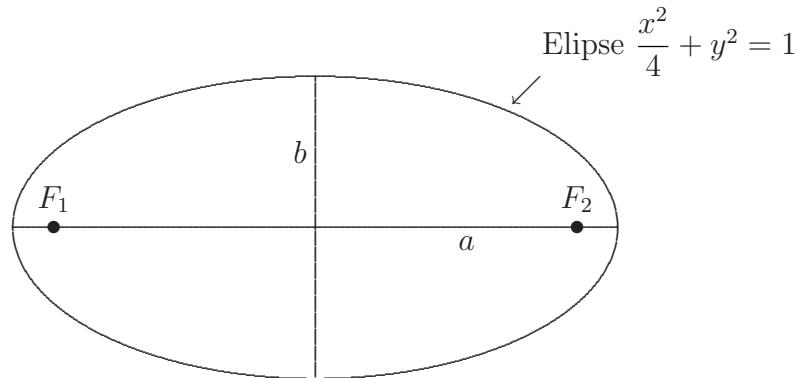
Ejemplo El uso de `\put`:



```
\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <0.5cm,0.5cm>
\setplotarea x from -6 to 6, y from 0 to 2
\setlinear \plot -2 0 -1 2 1 2 2 0 -2 0 /
\put {\(2,0)} [l] at 2 0
\put {\((-2,0)\)} [r] at -2 0
\put {\((-1,2)\)} [r] at -1 2
\put {\(1,2)} [l] at 1 2
\end{picture}
```

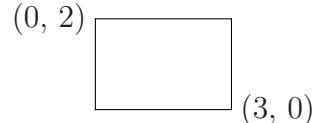
Ejemplo

Tanto la flecha ↘ como la frase ‘Elipse $\frac{x^2}{4} + y^2 = 1$ ’ aparecen colocadas en el mismo punto (1.5, 1), pero trasladadas con distintos modificadores.



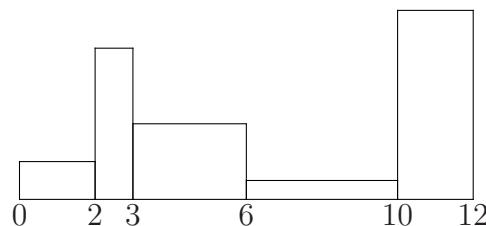
```
\[ \begin{picture}
\setcoordinatesystem units <2cm,2cm>
\setplotarea x from -3 to 3, y from -1 to 1
\ellipticalarc axes ratio 2:1 360 degrees from 2 0 center at 0 0
\setlinear \plot -2 0 2 0 /
\setlinear \plot 0 -1 0 1 /
\put {$F_1$} [b] at -1.73 0.1\put {$F_2$} [b] at 1.73 0.1
\put {$a$} at 1 -0.1\put {$b$} at -0.1 0.5
\put {$\bullet$} at -1.73 0\put {$\bullet$} at 1.73 0
\put {$\swarrow$} [rt] at 1.5 1
\put {Elipse $\frac{x^2}{4}+y^2=1$} [lb] at 1.5 1
\endpicture \]
```

Ejemplo El uso de `\putrectangle`:



```
\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <0.6cm,0.6cm>
\setplotarea x from 0 to 5, y from 0 to 2
\putrectangle corners at 0 2 and 3 0
\put {(0, 2)} [r] at -0.2 2
\put {(3, 0)} [l] at 3.2 0
\endpicture
```

Ejemplo El uso de `\sethistograms`:



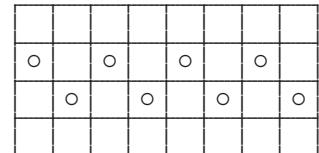
```
\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <0.5cm,0.5cm>
\setplotarea x from 0 to 12, y from -0.5 to 5
\sethistograms \plot 0 0 2 1 3 4
               6 2 10 0.5 12 5 /
\put {0} at 0 -0.4
\put {2} at 2 -0.4
\put {3} at 3 -0.4
\put {6} at 6 -0.4
\put {10} at 10 -0.4
\put {12} at 12 -0.4
\endpicture
```

Ejemplo

El uso de `\multiput`:

Para esta gráfica se han definido, utilizando `\newcommand`, los objetos `\rectah` y `\rectav`, que a su vez son gráficas construidas con `\begin{picture}` y `\end{picture}`.

Esos objetos, las líneas horizontales y verticales que se repiten de manera periódica, se pueden colocar en la gráfica usando `\multiput` de dos maneras distintas, que exemplificamos una a cada lado.



```

\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <0.5cm,0.5cm>
\setplotarea x from 0 to 8, y from 0 to 4
\newcommand{\rectah}{%
\begin{picture} \setlinear \plot 0 0 8 0 / \end{picture}}
\newcommand{\rectav}{%
\begin{picture} \setlinear \plot 0 0 0 4 / \end{picture}}
\multiput {\rectah} at 0 0 0 1 0 2 0 3 0 4 /      \multiput {\rectah} at 0 0 *4 0 1/
\multiput {\rectav} at 0 0 1 0 2 0 3 0 4 0 %      \multiput {\rectav} at 0 0 *8 1 0/
               5 0 6 0 7 0 8 0 /
\multiput {$\circ$} at 1.5 1.5 3.5 1.5 5.5 1.5 %
           7.5 1.5 0.5 2.5 2.5 2.5 4.5 2.5 6.5 2.5 /
\end{picture}

```

Ejemplo

El uso de `\stack`:

Dentro de una gráfica:



```
\[ \begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1cm,1cm>
\setplotarea x from -5 to 5, y from 0 to 2
\putrectangle corners at -2 0 and 2 2
\put {\stack {Algo a la,izquierda del,rectángulo}} at -3.5 1
\put {\stack {Algo a la,d,e,r,e,c,h,a}} at 3.5 1
\endpicture \]
```

Ejemplo

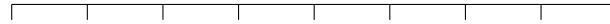
En una línea de texto:

pila
de palabras
poco

Frase corriente con una corriente en medio de ella.

Frase corriente con una `\stack{pila,de palabras,poco,corriente}` en medio de ella.

Ejemplo El uso de `\axis`:

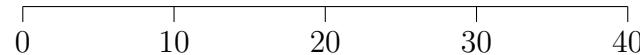


```
\[ \begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1cm,1cm>
\setplotarea x from -4 to 4, y from 0 to 0.3
\axis bottom ticks unlabeled from -4 to 4 by 1 /
\endpicture \]
```

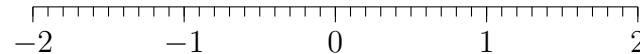
Ejemplo



```
\[ \begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1.5cm,1cm>
\setplotarea x from -3 to 4, y from 0 to 0.3
\axis top ticks numbered from -3 to 4 by 1 /
\endpicture \]
```

**Ejemplo**

```
\[ \begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1cm,1cm>
\setplotarea x from -4 to 4, y from 0 to 0.3
\axis bottom ticks withvalues 0 10 20 30 40 / quantity 5 /
\endpicture \]
```

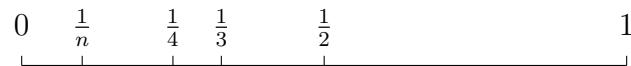
Ejemplo

```
\[ \begin{picture}
\setcoordinatesystem units <2cm,1cm>
\setplotarea x from -2 to 2, y from 0 to 0.3
\axis bottom ticks numbered from -2 to 2 by 1
    short unlabeled from -2 to 2 by 0.1 /
\endpicture \]
```

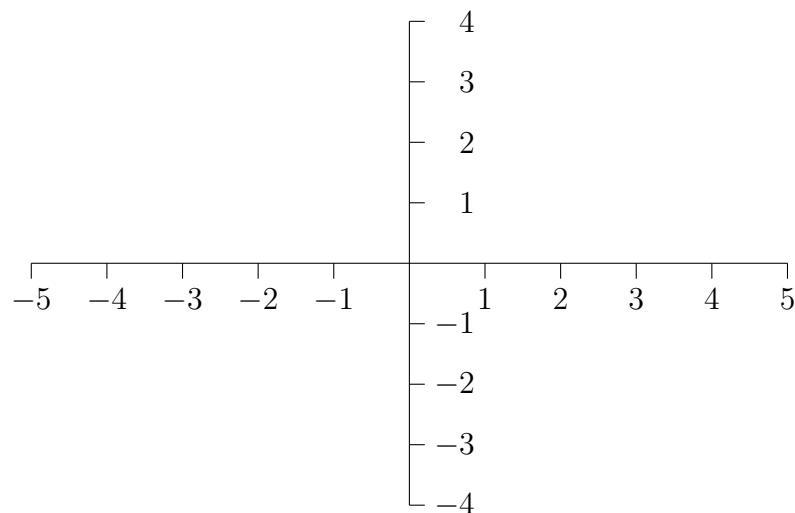


Ejemplo

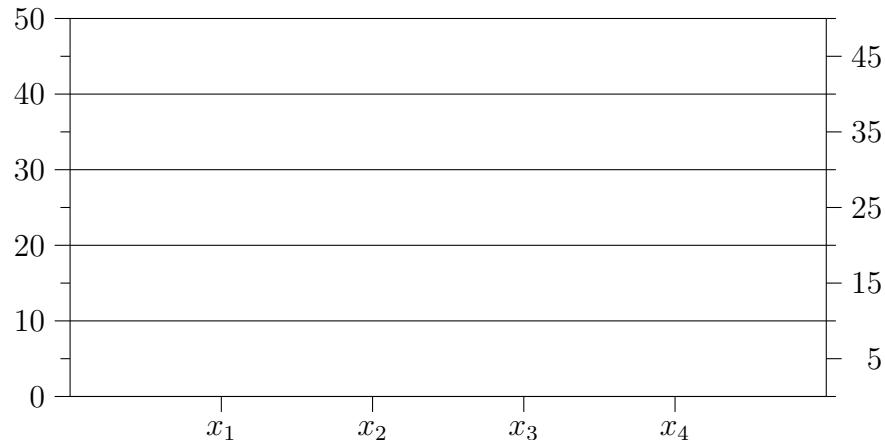
```
\[ \begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1cm,1cm>
\setplotarea x from 0 to 10, y from 0 to 0.3
\axis label {Los naturales en la recta real}
bottom ticks withvalues {0} {1} {2} {3}
{4} {} {} {} {$n$} {$n+1$} {} / quantity 11 /
\endpicture \]
```

Ejemplo

```
\[ \begin{picture}
\setcoordinatesystem units <8cm,1cm>
\setplotarea x from 0 to 1, y from 0 to 0.2
\axis top ticks short withvalues {0} {$\frac{1}{n}$}
{$\frac{1}{4}$} {$\frac{1}{3}$} {$\frac{1}{2}$} {1} /
at 0 0.1 0.25 0.33 0.5 1 /
\endpicture \]
```

Ejemplo

```
\[ \begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1cm,.8cm>
\setplotarea x from -5 to 5, y from -4 to 4
\axis bottom shiftedto y=0 ticks
    numbered from -5 to -1 by 1 numbered from 1 to 5 by 1 /
\axis right shiftedto x=0 ticks
    numbered from -4 to -1 by 1 numbered from 1 to 4 by 1 /
\endpicture \]
```

Ejemplo

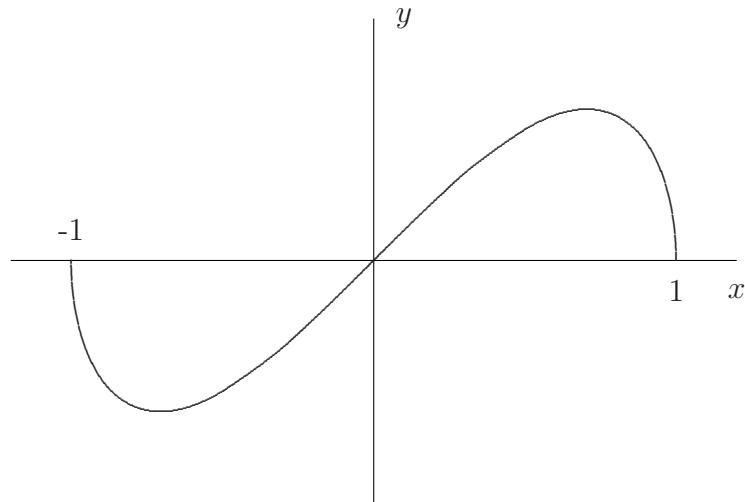
```
\[ \begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1cm,1mm>
\setplotarea x from 0 to 10, y from 0 to 50
\axis right ticks numbered from 5 to 45 by 10
    short unlabeled from 0 to 50 by 10 /
\axis left ticks short unlabeled from 5 to 45 by 10
    and across long numbered from 0 to 50 by 10 /
\axis bottom ticks
    withvalues {$x\_1$} {$x\_2$} {$x\_3$} {$x\_4$} /
    at 2 4 6 8 /
\endpicture \]
```

Ejemplo

El uso de `\setquadratic`:



Los puntos utilizados para el trazado de esta gráfica fueron encontrados siguiendo el procedimiento mencionado en la página 405 del libro.



Gráfica de $f(x) = x\sqrt{1 - x^2}$, $-1 \leq x \leq 1$

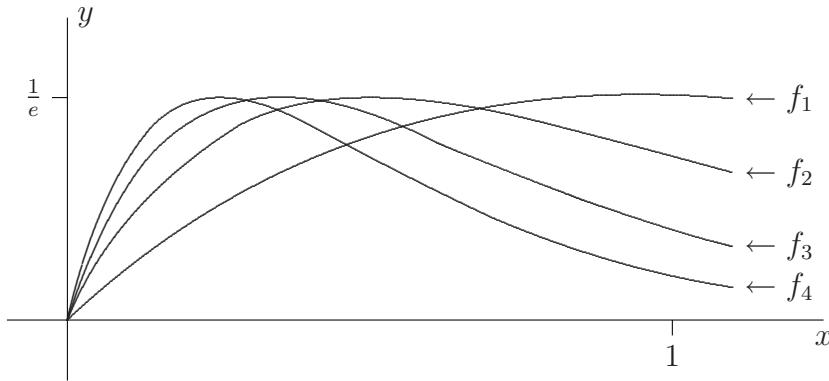
instrucciones ➤

◀◀ *gráfica*

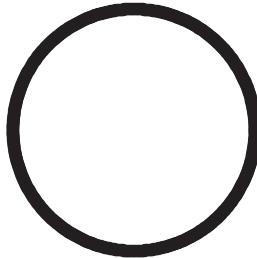
```
\[\\begin{picture
\\setcoordinatesystem units <4cm,4cm>
\\setplotarea x from -1.2 to 1.2, y from -0.8 to 0.8
\\axis top shiftedto y=0 /
\\axis right shiftedto x=0 /
\\put {-1} at -1 0.1
\\put {1} at 1 -0.1
\\put {$x$} at 1.2 -0.1
\\put {$y$} at 0.1 0.8
\\setquadratic \\plot -1 0  -0.99 -0.1396  -0.96 -0.2688  -0.92 -0.3605
-0.87 -0.4289  -0.7071 -0.5  -0.5 -0.4330  -0.35 -0.32786  -0.25 -0.242
-0.15 -0.1483  0 0  0.15 0.1483  0.25 0.242  0.35 0.32786  0.5 0.4330
0.7071 0.5  0.87 0.4289  0.92 0.3605  0.96 0.2688  0.99 0.1396  1 0 /
\\endpicture\]
\\centerline{Gráfica de $f(x)=x\\sqrt{1-x^2}$, \\quad $-1\\leq x\\leq 1$}
```

Ejemplo

Gráficas de las funciones $f_n(x) = nxe^{-nx}$, $n = 1, 2, 3, 4$. Véase el libro (página 406) sobre la escogencia de los puntos para `\setquadratic`.



```
\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <8cm,8cm>
\setplotarea x from -0.1 to 1.25,
y from -0.1 to 0.5
\axis left shiftedto x=0 ticks
withvalues {${\frac{1}{e}}$} /
at 0.3678 /
\axis bottom shiftedto y=0 ticks
withvalues {1} / at 1 /
\setquadratic \plot 0 0 0.5 0.3032 1.1 0.3661 /
\setquadratic \plot 0 0 0.11 0.17655 0.285 0.32235 0.5 0.3678
0.8 0.323 0.95 0.28418 1.1 0.2437 /
\setquadratic \plot 0 0 0.06 0.15034 0.13 0.26405 0.333 3 0.3678
0.61 0.29355 0.7 0.2571 0.85 0.1991 1 0.14936 1.1 0.1217 /
\setquadratic \plot 0 0 0.06 0.18879 0.14 0.319877 0.25 0.3678 0.4 0.323
0.55 0.243766 0.7 0.17027 0.9 0.0983 1.1 0.054 /
\put {$\gets f\_1$}[l] at 1.12 0.3661 \put {$\gets f\_2$}[l] at 1.12 0.2437
\put {$\gets f\_3$}[l] at 1.12 0.1217 \put {$\gets f\_4$}[l] at 1.12 0.054
\put {$x$} at 1.25 -0.03 \put {$y$} at 0.03 0.5
\endpicture
```

EjemploEl uso de `\setplotsymbol`:

```
\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <0.8cm,0.8cm>
\setplotarea x from -3 to 3, y from -2 to 2
\setplotsymbol (\$\bullet\$)
\circulararc 360 degrees from 2 0 center at 0 0
\end{picture}
```

Ejemplo

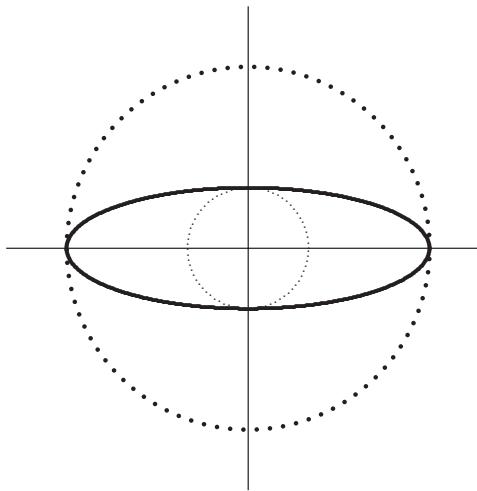
Líneas punteadas con `\setdots`:



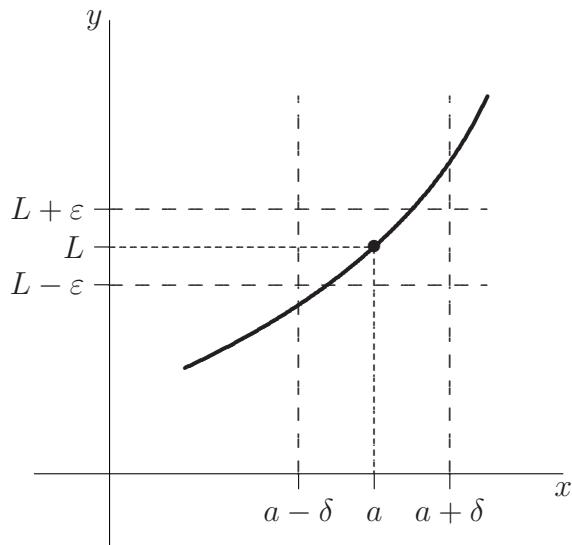
```
\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <0.5cm,0.5cm>
\setplotarea x from -3 to 3, y from -3 to 3
\setdots
\ellipticalarc axes ratio 3:1 360 degrees
    from 0 1 center at 0 0
\end{picture}
```

Ejemplo

```
\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <0.5cm,0.5cm>
\setplotarea x from -3 to 3, y from -3 to 3
\setdots <2pt>
\ellipticalarc axes ratio 3:1 360 degrees
    from 0 1 center at 0 0
\end{picture}
```

**Ejemplo**El uso de `\setdots`:

```
\[ \begin{picture}
\setcoordinatesystem units <.8cm,.8cm>
\setplotarea x from -4 to 4, y from -4 to 4
\axis top shiftedto y=0 / \axis right shiftedto x=0 /
\setdots <2pt>
\circulararc 360 degrees from 1 0 center at 0 0
\setsolid\setplotsymbol ({\large .})
\ellipticalarc axes ratio 3:1 360 degrees from 0 1 center at 0 0
\setplotsymbol ({\LARGE .}) \setdots
\circulararc 360 degrees from 3 0 center at 0 0
\endpicture\]
```

EjemploEjemplo de líneas a trozos con `\setdashes`:

```

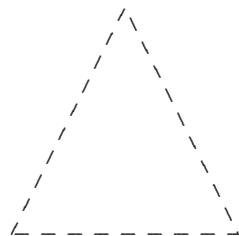
\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1cm,1cm>
\setplotarea x from -1 to 6, y from -1 to 6
\axis bottom shiftedto y=0 ticks
    withvalues {$a-\delta$} {$a$}
{$a+\delta$} / at 2.5 3.5 4.5 / /
\axis left shiftedto x=0 ticks
    withvalues {$L-\varepsilon$} {$L$}
{$L+\varepsilon$} / at 2.5 3 3.5 / /
\setdashes <2pt>
\setlinear \plot 0 2.5 5 2.5 /
\setlinear \plot 0 3.5 5 3.5 /
\setlinear \plot 2.5 0 2.5 5 /
\setlinear \plot 4.5 0 4.5 5 /
\setdashes <2pt>
\setlinear \plot 0 3 3.5 3 3.5 0 /
\setsolid
\setplotsymbol ({\large .})
\setquadratic \plot 1 1.4 3.5 3 5 5 /
\put {\$bullet\$} at 3.5 3
\put {\$x\$} at 6 -0.2
\put {\$y\$} at -0.2 6
\endpicture

```

Ejemplo

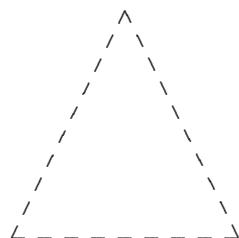
El uso de `\setdashesnear`:

Triángulo a trozos *sin* `\setdashesnear`:



```
\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1cm,1cm>
\setplotarea x from 0 to 3, y from 0 to 3
\setdashes
\setlinear \plot 0 0 1.5 3 3 0 0 0 /
\endpicture
```

El mismo triángulo *con* `\setdashesnear`:

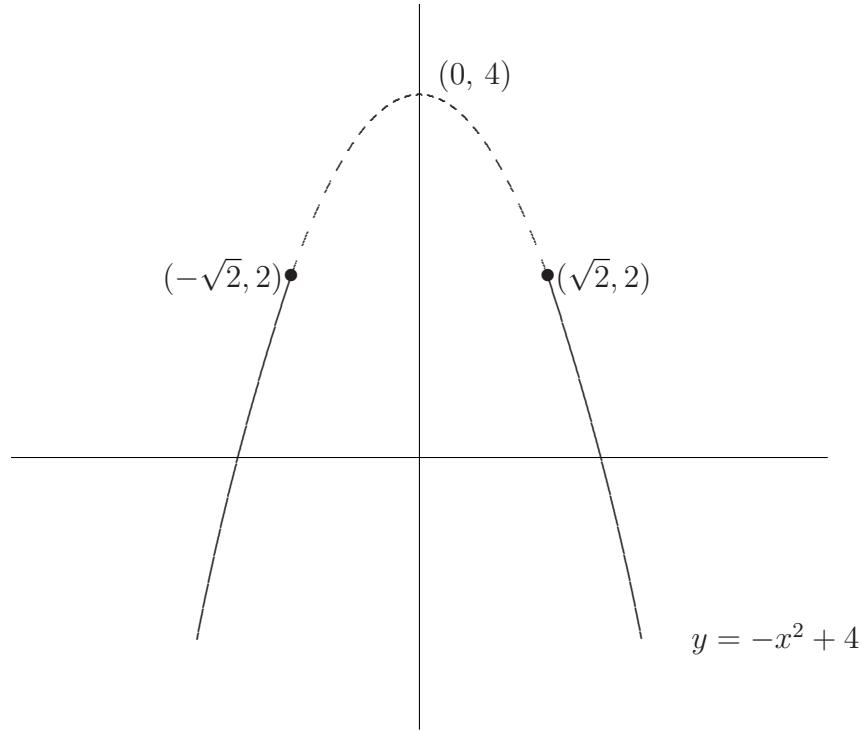


```
\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1cm,1cm>
\setplotarea x from 0 to 3, y from 0 to 3
\setdashesnear <5pt> for <3.351cm>
\setlinear \plot 0 0 3 0 /
\setdashesnear <5pt> for <3.351cm>
\plot 0 0 1.5 3 /
\setdashesnear <5pt> for <3.351cm>
\setlinear \plot 1.5 3 3 0 /
\endpicture
```

Ejemplo

El uso de `\findlength`:

Esta parábola se ha trazado en tres fragmentos separados: los dos de línea “sólida”, y el de línea a trozos, cuya distancia, necesaria para `\setdashesnear`, fue calculada con `\findlength`.



instrucciones ➤



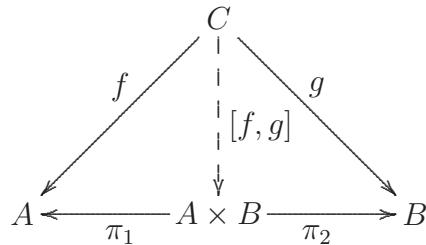
◀◀ *gráfica*

```
\[
\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1.2cm,1.2cm>
\setplotarea x from -4.5 to 4.5, y from -3 to 5
\axis bottom shiftedto y=0 /
\axis left shiftedto x=0 /
\findlength {\setquadratic \plot -1.4142 2 0 4 1.4142 2 /}
\setdashesnear <4pt> for <\totalarc length>
\setquadratic \plot -1.4142 2 0 4 1.4142 2 /
\setsolid
\setquadratic \plot -2.449489 -2 -2 0 -1.4142 2 /
\setquadratic \plot 1.4142 2 2 0 2.449489 -2 /
\put {$\bullet$} at 1.4142 2
\put {$\bullet$} at -1.4142 2
\put {(-\sqrt{2}, 2)} [r] at -1.5 2
\put {(\sqrt{2}, 2)} [l] at 1.5 2
\put {(0, 4)} [l] at 0.2 4.2
\put {y=-x^2+4} [l] at 3 -2
\endpicture
\]
```

Ejemplo

El uso de `\arrow`:

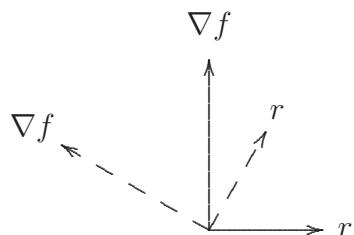
En este ejemplo definimos la cabeza de una flecha genérica con el nombre de `\flecha` para hacer uso repetido de ella sin tener que especificar los parámetros una y otra vez.



```

\newcommand{\flecha}{\arrow <6pt> [0.2, 0.6]}
\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1.3cm,1.3cm>
\setplotarea x from -2 to 2, y from -0.2 to 2
\put {$A$} at -2 0
\put {$B$} at 2 0
\put {$C$} at 0 2
\put {$A \times B$} at 0 0

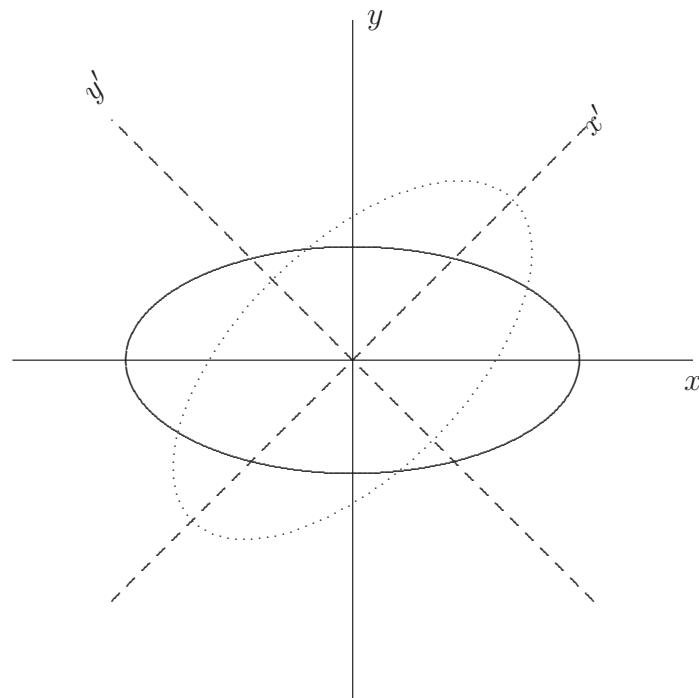
\flecha from -0.5 0 to -1.8 0
\flecha from 0.5 0 to 1.8 0
\flecha from 0.2 1.8 to 1.8 0.2
\flecha from -0.2 1.8 to -1.8 0.2
\setdashes <6pt>
\flecha from 0 1.8 to 0 0.2
\put {[f, g]} [l] at 0.1 0.9
\put {\pi_1} at -1 -0.2
\put {\pi_2} at 1 -0.2
\put {g} at 1 1.3
\put {f} at -1 1.3
\end{picture}
  
```

Ejemplo Ejemplos de rotaciones:

```
\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1.2cm,1.2cm>
\setplotarea x from -1.5 to 1.5, y from 0 to 1.8
\arrow <6pt> [0.2, 0.6] from 0 0 to 1 0
\arrow <6pt> [0.2, 0.6] from 0 0 to 0 1.5
\put {$r$} at 1.2 0
\put {$\nabla f$} at 0 1.8
\startrotation by 0.5 0.866025 about 0 0
\setdashes <7pt>
\arrow <6pt> [0.2, 0.6] from 0 0 to 1 0
\arrow <6pt> [0.2, 0.6] from 0 0 to 0 1.5
\put {$r$} at 1.2 0
\put {$\nabla f$} at 0 1.8
\stoprotation
\endpicture
```

Ejemplo

Puesto que `\axis` no se puede rotar, los ejes coordenados fueron trazados en este ejemplo como líneas rectas. Para rotar las etiquetas x' y y' se ha usado el comando `\rotatebox` del paquete `graphicx`.



instrucciones ➞



◀◀ *gráfica*

```
\[
\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1cm,1cm>
\setplotarea x from -3 to 3, y from -3 to 3
\axis left shiftedto x=0 /
\axis bottom shiftedto y=0 /
\ellipticalarc axes ratio 2:1 360 degrees from 2 0 center at 0 0
\put {$x$} at 3 -0.2
\put {$y$} at 0.2 3
\startrotation by 0.707106 0.707106 about 0 0
    \setdashes <4pt>
    \setlinear \plot -3 0 3 0 /
    \setlinear \plot 0 -3 0 3 /
    \setdots <3pt>
    \ellipticalarc axes ratio 2:1 360 degrees from 2 0 center at 0 0
    \put {\rotatebox{45}{$x'$}} at 3 0
    \put {\rotatebox{45}{$y'$}} at 0.1 3.3
\stoprotation
\endpicture
\]
```

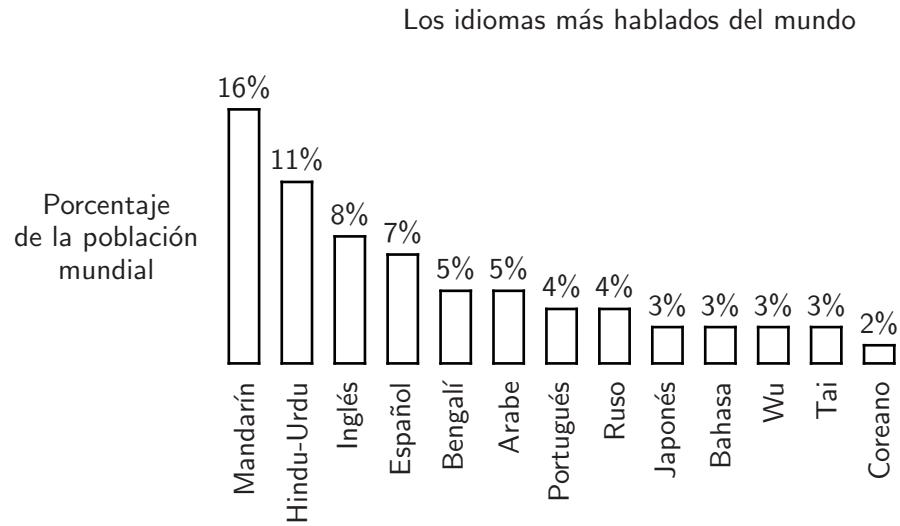
Ejemplo Gráficos de barras:



```
\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <0.5cm,0.5cm>
\setplotarea x from -1 to 5, y from 0 to 6
\linethickness=5pt
\setbars breadth <0pt> baseline at x = -1
baselabels (<-3mm,0pt>)
\plot 2 0 "A" 1 1 "B" 4 2 "C" 0.5 3 "D"
1.5 4 "E" 5 5 "F" /
\endpicture
```

Ejemplo

En este ejemplo se ha usado el comando `\rotatebox` del paquete `graphicx` para rotar las etiquetas.



instrucciones ➤



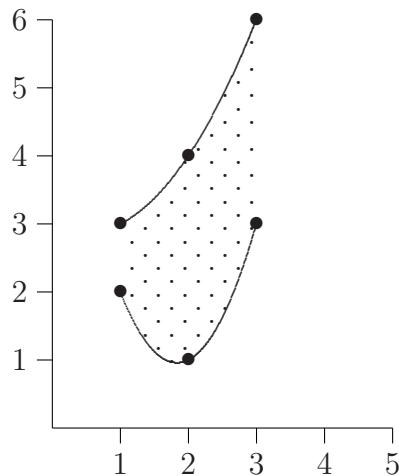
◀ *gráfica*

```
{\small\sl\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1.4cm,1.2cm>
\setplotarea x from -1 to 7, y from 1 to 6.4 \linethickness=1pt
\setbars breadth <4mm> baseline at y = 2.2 endlabels (<0pt,3mm>)
\plot 0.5 5 "16\%" 1 4.2 "11\%" 1.5 3.6 "8\%" 2 3.4 "7\%"
      2.5 3 "5\%" 3 3 "5\%" 3.5 2.8 "4\%" 4 2.8 "4\%" 4.5 2.6 "3\%"
      5 2.6 "3\%" 5.5 2.6 "3\%" 6 2.6 "3\%" 6.5 2.4 "2\%" /
\put {Los idiomas más hablados del mundo} [l] at 2 6
\put {\stack {Porcentaje,de la población,mundial}} [t] at -0.8 3.6
\put {\rotatebox[origin=rt]{90}{Mandarín}} [t] at 0.5 2
\put {\rotatebox[origin=rt]{90}{Hindu-Urdu}} [t] at 1 2
\put {\rotatebox[origin=rt]{90}{Inglés}} [t] at 1.5 2
\put {\rotatebox[origin=rt]{90}{Español}} [t] at 2 2
\put {\rotatebox[origin=rt]{90}{Bengali}} [t] at 2.5 2
\put {\rotatebox[origin=rt]{90}{Arabe}} [t] at 3 2
\put {\rotatebox[origin=rt]{90}{Portugués}} [t] at 3.5 2
\put {\rotatebox[origin=rt]{90}{Ruso}} [t] at 4 2
\put {\rotatebox[origin=rt]{90}{Japonés}} [t] at 4.5 2
\put {\rotatebox[origin=rt]{90}{Bahasa}} [t] at 5 2
\put {\rotatebox[origin=rt]{90}{Wu}} [t] at 5.5 2
\put {\rotatebox[origin=rt]{90}{Tai}} [t] at 6 2
\put {\rotatebox[origin=rt]{90}{Coreano}} [t] at 6.5 2
\endpicture\}]}
```

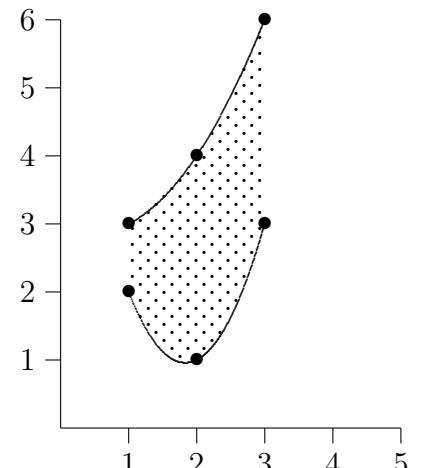
Ejemplo

Sombreado en modo vertical con `\vshade`:

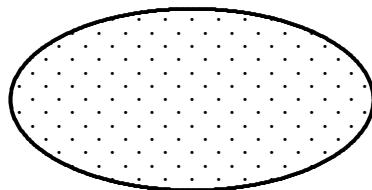
```
\setcoordinatesystem units
<0.9cm,0.9cm>
\setplotarea x
from 0 to 5,
y from 0 to 6
\axis bottom shiftedto y=0
ticks numbered
from 1 to 5 by 1 /
\axis left shiftedto x=0
ticks numbered
from 1 to 6 by 1 /
\setquadratic \plot 1 3
2 4 3 6 /
\setquadratic \plot 1 2
2 1 3 3 / \multiput
{\$\bullet\$} at
1 3 2 4 3 6 1 2
2 1 3 3 /
\setshadesymbol
<z,z,0.01pt,0.01pt> ({.})
```



```
\setshadegrid span <5pt>
\setquadratic
\vshade 1 2 3 2 1 4 3 3 6 /
\endpicture
```



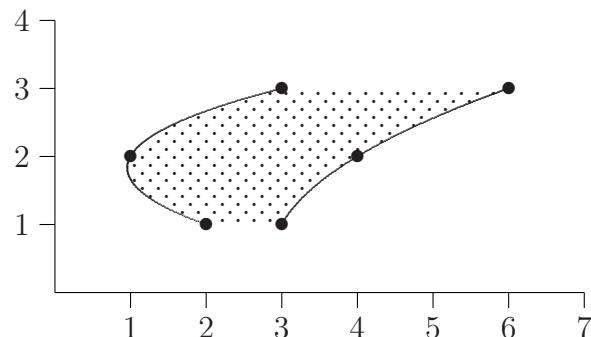
```
\setshadegrid span <3pt>
```

Ejemplo

```
\[ \begin{picture}
\setcoordinatesystem units <0.8cm,0.8cm>
\setplotarea x from -4 to 4, y from -2 to 2
\setplotsymbol({\large .})
\ellipticalarc axes ratio 2:1 360 degrees from 3 0 center at 0 0
\setshadesymbol <z,z,0.2pt,0.2pt> ({.})
\setquadratic
\vshade -3 -0.3 0.3 -2.5 -0.8 0.8 -2 -1.1 1.1 -1.5 -1.3 1.3
-0.5 -1.4 1.4 0 -1.5 1.5 0.5 -1.4 1.4 1.5 -1.3 1.3
2 -1.1 1.1 2.5 -0.8 0.8 3 -0.3 0.3 /
\endpicture\]
```

Ejemplo

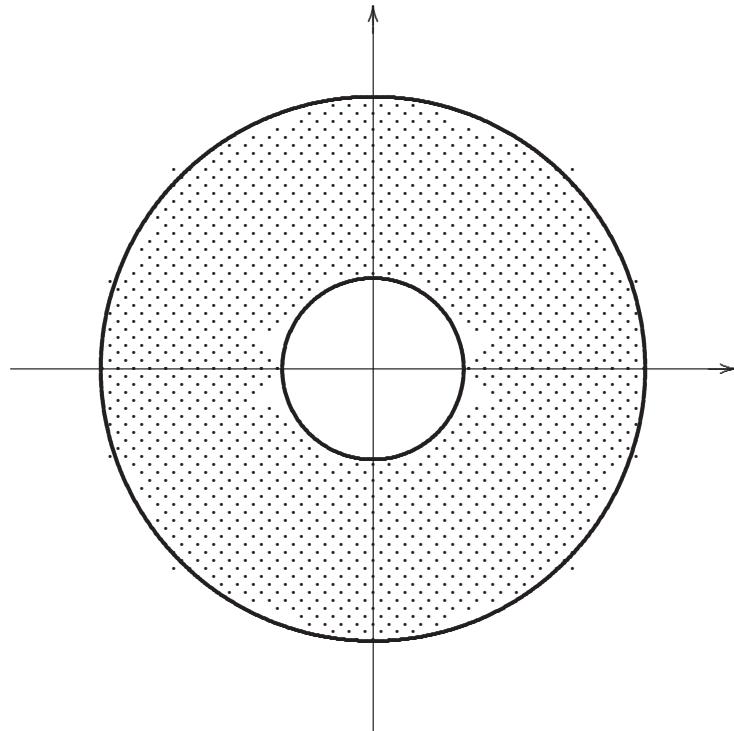
Sombreado en modo horizontal con `\hshade`:



```
\[ \begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1cm,.9cm>
\setplotarea x from 0 to 7, y from 0 to 4
\axis bottom shiftedto y=0
    ticks numbered from 1 to 7 by 1 /
\axis left shiftedto x=0
    ticks numbered from 1 to 4 by 1 /
\setquadratic \plot 3 1 4 2 6 3 /
\setquadratic \plot 2 1 1 2 3 3 /
\multiput {$\bullet$} at 3 1 4 2 6 3 2 1 1 2 3 3 /
\setshadesymbol <0.01pt,0.01pt,z,z> (.)
\setshadegrid span <3pt>
\setquadratic
\hshade 1 2 3 2 1 4 3 3 6 /
\endpicture \]
```

Ejemplo

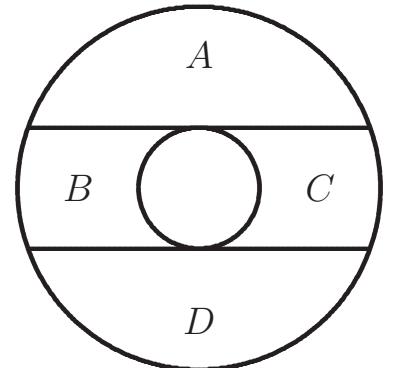
Para sombrear la corona circular, se la ha dividido en [cuatro regiones](#), cada una se sombra por separado en modo horizontal, usando interpolación lineal `\setlinear`.



[instrucciones »»](#)

◀◀ *gráfica*

```
\begin{picture}
\setcoordinatesystem units <1.2cm,1.2cm>
\setplotarea x from -4 to 4, y from -4 to 4
\axis bottom shiftedto y=0 /
\axis left shiftedto x=0 /
\arrow <6pt> [.2,.6] from 0 3.7 to 0 4
\arrow <6pt> [.2,.6] from 3.7 0 to 4 0
\setplotsymbol({\large .})
\circulararc 360 degrees from 3 0 center at 0 0
\circulararc 360 degrees from 1 0 center at 0 0
\setshadesymbol <z,z,z,z> ({\small .})
\setshadegrid span <3pt>
\setlinear
\hshade 1 -2.7 2.7 2.2 -2.2 2.2 3 -0.3 0.3 / [file]
\hshade -3 -0.3 0.3 -2.2 -2.2 2.2 -1 -2.7 2.7 / [file]
\hshade -1 -2.9 -0.4 -0.3 -2.9 -1.3 0 -3 -1 0.3 -2.9 -1.3 1 -2.9 -0.4 / [file]
\hshade -1 0.4 2.9 -0.3 1.3 2.9 0 1 3 0.3 1.3 2.9 1 0.4 2.9 / [file]
\endpicture]
```



Otros paquetes importantes

Este capítulo describe diez paquetes adicionales, entre los que se encuentran algunos muy útiles y que gozan de gran popularidad. Se remite al libro para una presentación detallada. Los paquetes descritos son:

-  **13.1.** El paquete `fancyhdr`. Permite modificar la apariencia de los encabezados y los pies de página. Páginas 426–428.
-  **13.2.** El paquete `multicol`. Para producir documentos con varias columnas. Página 429.
-  **13.3.** El paquete `fncychap`. Permite cambiar la presentación de la primera página de los capítulos, para documentos escritos en los estilos `book` y `report`. Páginas 430–432.
-  **13.4.** El paquete `fancybox`. Define cuatro variantes del comando `\fbox` de L^AT_EX y nuevos entornos para enmarcar listas y material variado. Páginas 432–434.



-  **13.5.** El paquete `colortbl`. Permite colorear las filas, columnas o casillas de una tabla. Páginas 434–437.
-  **13.6.** El paquete `longtable`. Permite incluir tablas que se extiendan por dos o más páginas. Página 437.
-  **13.7.** El paquete `caption2`. Permite cambiar de múltiples formas la apariencia de los epígrafes para tablas y gráficas. Páginas 438–439.
-  **13.8.** El paquete `picinpar`. Permite incrustar “ventanas” en párrafos normales. Páginas 440–442.
-  **13.9.** El paquete `lscape`. Permite incluir material en posición de paisaje o *landscape* (rotado 90°) en un documento con orientación vertical normal. Página 443.
-  **13.10.** El paquete `subfiles`. Proporciona una alternativa para el manejo de un documento raíz, o documento principal, con documentos subsidiarios. Páginas 443–444.