
INTRODUCCIÓN A T_EX Y L^AT_EX 2_ε (v5)

William Roberto Gutiérrez-Herrera

Licenciatura en Matemática Aplicada
Universidad de San Carlos de Guatemala

María del Mar

*un misterioso poder que todo
el mundo puede sentir, pero que
ningún filósofo puede explicar.*

Índice general

Índice general	3
Introducción	5
1. Estructura básica	7
1.1. Nombre del Juego	7
1.2. Reglas del Juego	8
1.3. Elaboración de un fichero <code>L^AT_EX</code>	9
1.4. Clases de documentos	10
1.5. Diseño de página	11
1.5.1. Dimensiones	11
1.5.2. Numeración	12
1.6. Espacios	13
1.7. Conjunto de tipos	15
1.7.1. Fuentes METAFONT	17
1.7.2. Fuentes Adobe	17
1.7.3. Cambios globales	19
1.8. Tamaño de los tipos	20
1.9. Alineado y justificación	20
1.10. División de un documento	21
1.10.1. Entorno <code>abstract</code>	23
1.11. Pies de página, referencias cruzadas y notas al margen	23
1.12. Símbolos especiales	24
1.12.1. Tipos de acentos	24
1.12.2. Ligaduras	25
1.13. Listas	25
1.13.1. Paquete <code>enumerate</code>	28
1.14. Cuadros y tablas	29
1.14.1. Entorno <code>tabular</code>	29
1.14.2. Paquete <code>longtable</code>	32
1.14.3. Entorno <code>tabbing</code>	32
1.15. Citas textuales y versos	33

1.16. Referencias y bibliografía	35
2. Escritura matemática	38
2.1. Fórmulas matemáticas	38
2.2. Espacios	38
2.3. Superíndices y subíndices	39
2.4. Conjunto de tipos en matemáticas	41
2.5. Teoremas y demostraciones	42
2.5.1. Paquete amsthm	44
2.6. Presentación de ecuaciones	47
2.7. Matrices y determinantes	49
2.8. Tamaño de los delimitadores	52
2.9. Símbolos sobre o debajo	54
2.10. Símbolos	54
2.11. Diagramas conmutativos	58
3. Complementos	61
3.1. Imágenes	61
3.2. Macros y programación	65
3.3. Paquete PSTricks y asociados	69
3.4. Paquetes TikZ/PGF	72
3.5. METAPOST	75
3.5.1. Códigos Misceláneos	75
3.5.2. Gráficas a partir de mediciones	81
A. Paquetes utilizados	83
A.1. Fichero *.tex	83
A.2. Fichero *.pdf	83
Bibliografía	84

Introducción

I hope to die before I have to use Microsoft Word.

D.E. Knuth

*Las matemáticas que no están escritas en \LaTeX
no son matemáticas serias.*

Carlos Ivorra Castillo

Los siguientes apuntes tienen el objetivo de introducir al estudiante de *matemáticas y ciencias afines* en el uso de plain \TeX ¹ y \LaTeX 2 ϵ ² como parte de su formación integral, pues se le ha solicitado la elaboración de artículos de investigación en los distintos cursos en los cuales está inscrito. Asimismo, en los mismos ha tenido la necesidad de escribir complicadas fórmulas, símbolos y en algunos casos tiene que adjuntar imágenes, tablas o cierto tipo de diagramas.

Existen dos motivos importantes para aprender a usar el \TeX :

- Como **estudiante universitario** al finalizar sus estudios de pregrado tiene la obligación de elaborar un *trabajo de graduación* y presentar un informe escrito.
- Como **matemático** durante su desarrollo profesional tendrá la necesidad de publicar sus investigaciones en un medio impreso o electrónico.

Por lo cual, deber estar familiarizado con las normas internacionales y técnicas que rigen la elaboración de informes científicos. Es aquí en donde reside la ventaja del \TeX , pues Donald Knuth lo inventó para cubrir las necesidades estéticas y tipográficas que otras aplicaciones no las tienen o son difíciles de obtener. Además, no sólo es el \TeX o los macros del \LaTeX sino una familia de aplicaciones que los acompañan, como el lenguaje de programación METAFONT³ para la creación de tipos de fuentes, el METAPOST para hacer todo tipo de gráficas, diagramas y dibujos —el fichero de salida está en lenguaje PostScript⁴—, el programa MakeIndex

¹ \TeX es marca registrada de la American Mathematical Society (\mathcal{AMS}).

² \LaTeX es software libre bajo licencia del « \LaTeX Project Public License (LPPL) Version 1.3c 2006-05-20», cual se obtiene en la dirección web <http://www.latex-project.org/lppl.txt>.

³METAFONT es marca registrada de Addison-Wesley Publishing Company.

⁴PostScript es marca registrada de Adobe Systems Incorporated.

para hacer índices alfabéticos y glosarios, $\text{BIB}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ para la elaboración de bibliografías y los conjuntos de macros Xy-pic , PSTricks ⁵ y TikZ/PGF ⁶ para hacer todo tipo de construcciones. Para el uso de los paquetes específicos consultar el manual que acompaña a cada uno de ellos.

Por otro lado, desde un fichero `*.tex` se puede crear un PDF de manera natural, pues las versiones actuales de $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ ya trae incorporadas las aplicaciones necesarias para esto, y junto al paquete `hyperref` se convierte en una herramienta poderosa al momento de trabajar con vínculos —referencias cruzadas, pies de página y citas bibliográficas— dentro de nuestro fichero `*.pdf`.

Nota. En lo siguiente supondré que el lector tiene instalado una versión de $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ — $\text{MiK}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$, $\text{T}_{\text{E}}\text{X Live}$ — y un editor de texto (GNU Emacs, WinEdt, $\text{T}_{\text{E}}\text{Xmaker}$, $\text{T}_{\text{E}}\text{Xworks}$, $\text{T}_{\text{E}}\text{XShop}$).⁷ Para más detalles consultar

- Página de Donald Knuth: <http://www-cs-faculty.stanford.edu/~knuth/>.
- Comprehensive $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ Archive Network (CTAN): <http://www.ctan.org/>.
- $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ Users Group (TUG): <http://www.tug.org/>.
- $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ Project: <http://www.latex-project.org/>.

en español tenemos los sitios

- Grupo de Usuarios de $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ Hispanohablantes (Cervan $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$): <http://www.cervantex.es/>.
- Página de Javier Bezos: <http://www.tex-tipografia.com/>.

Sugerencias y correcciones las pueden enviar al correo williamr.gutierrezh@gmail.com, el E-print de este documento $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ eadó el 19 de mayo de 2017, está disponible en

<http://sitios.ingenieria-usac.edu.gt/licmate/documentos/apoyo.pdf>.

Advertencia: Este manual se distribuye **SIN NINGÚN TIPO DE GARANTÍA**. El autor no acepta alguna responsabilidad por las consecuencias de su uso, o por si es útil para cualquier propósito o trabajo particular, o si es utilizado por terceros con propósitos comerciales, salvo que él la acepte por escrito.

Aprenda $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ por su cuenta, es una experiencia agradable y un reto a su capacidad de aprendizaje.

⁵Salida en PostScript (PS).

⁶Salida compatible con PostScript (PS) y Portable Document Format (PDF).

⁷Para los apuntes he utilizado $\text{T}_{\text{E}}\text{X Live}$ 2011 (v20110618), $\text{T}_{\text{E}}\text{X MAKER}$ 3.0.2, GPL Ghostscript 8.71 y Debian GNU/Linux (6.0.1a).

Estructura básica

1.1. Nombre del Juego

Antes de iniciar con *T_EX and friends*, debemos conocer un poco acerca de ellos; en un inicio Knuth inventó los lenguajes de programación T_EX y METAFONT, el primero para elaborar libros y documentos con contenido matemático y el segundo para diseñar letras o caracteres, los libros-manuales que Knuth escribió contienen ilustraciones de un león con vestimenta griega antigua (consultar *The T_EXbook*, [15], ver figura 3.1) y una leona (consultar *The META-FONTbook*).

Luego aparecieron L^AT_EX —y se siguió la costumbre de ilustrar su libro-manual con leones (con vestimenta moderna)—, $\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}$ -T_EX, $\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}$ -L^AT_EX, L^AT_EX 2_ε, ConT_EXt los cuales son dialectos creados a partir de conjuntos de macros basados en el lenguaje T_EX, y también METAPOST el cual es un lenguaje para elaborar figuras y gráficas.

Junto con L^AT_EX aparecieron los programas MakeIndex para hacer índices de materias y glosarios, y BiB_TE_X para bibliografías, para más detalles consultar [16]. Como alternativas a T_EX y L^AT_EX 2_ε, si queremos directamente el resultado en PDF, tenemos a PDF_TE_X y PDF_LA_TE_X respectivamente.

Debemos distinguir entre una distribución de *T_EX and friends* y las distintas plataformas (sistemas operativos) para las que está disponible, y los editores asociados para cada una.

Cuadro 1.1: Plataformas, distribuciones y editores.

Plataforma	T _E X and friends	Editores
GNU/Linux	T _E X Live	GNU Emacs
	MiK _T E _X (en desarrollo)	T _E XMaker
Windows	T _E X Live	T _E XMakerX
	MiK _T E _X	WinEdt
Mac OS X (Apple)	MacT _E X (recomendado)	T _E XShop
	T _E X Live	

1.2. Reglas del Juego

En este momento nos olvidamos del *copiar/pegar* y *veo lo que obtengo*. Aprendamos nombres de ficheros nuevos y sus extensiones, con la práctica y las necesidades los manipularemos para hacer *maravillas en la composición de libros*. Hay más, con el tiempo aparecerán otros.

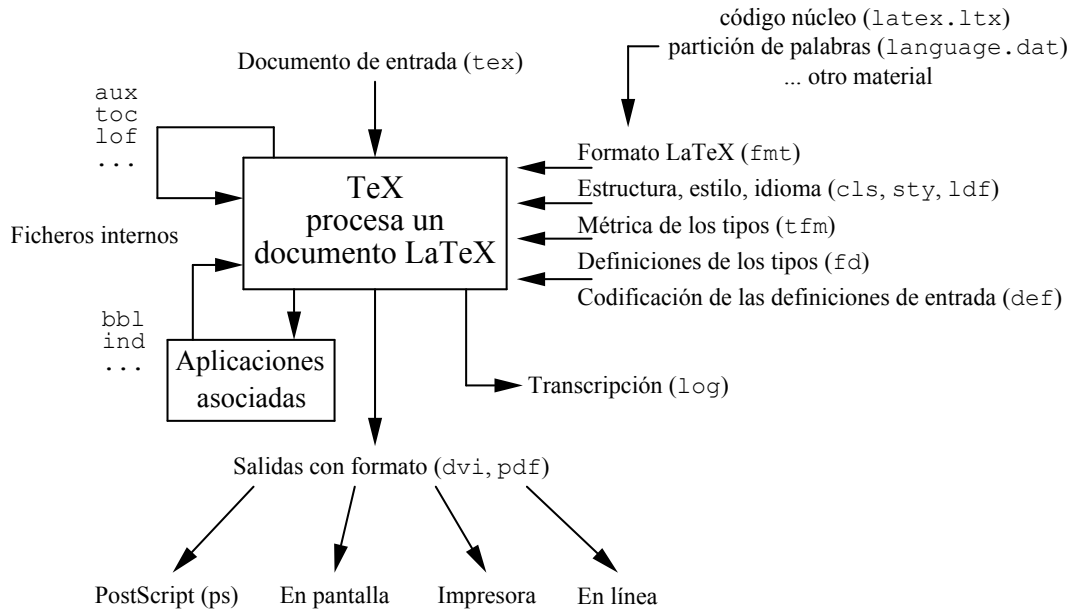


Figura 1.1: Flujo de datos en el sistema \LaTeX .

Cuadro 1.2: Tipos del archivo usados por \TeX y \LaTeX .

	Tipo de fichero	Extensión
Documento <i>input</i>	texto	.tex, .dtx, .ltx
	bibliografía	.bbl
	índice / glosario	.ind / .gnd
Gráficos	interno	.tex
	externo	.eps, .png, .jpg, .pdf
Otros <i>inputs</i>	diseño y estructura	.clo, .cls, .sty
	definiciones codificadas	.def
	definiciones de lenguaje	.ldf
	definiciones de acceso de fuente	.fd
	datos de configuración	.cfg
Comunicación interna (<i>input</i> / <i>output</i>)	auxiliares	.aux
	tabla de contenidos	.toc
	lista de figuras / tablas	.lof / .lot
Entrada \TeX de bajo nivel	formato	.fmt
	métrica de fuentes	.tfm

	Tipo de fichero	Extensión
Documento <i>output</i>	resultado estructurado transcripción	.dvi, .pdf .log
Bibliografía (B _I B _T E _X)	<i>input</i> / <i>output</i> base de datos / estilo / transcripción	.aux / .bbl .bib, / .bst / .blg
Índice de Materias (MakeIndex)	<i>input</i> / <i>output</i> estilo / transcripción	.idx / .ind .ist / .ilg

Los tipos de ficheros (cuadro 1.2) y de como actúan en la gestión de un fichero T_EX lo podemos apreciar en la figura 1.1, con el tiempo el *diagrama de flujo* será una imagen mental para nosotros.

1.3. Elaboración de un fichero L^AT_EX

Un fichero *.tex para ser ‘procesado’ con L^AT_EX o PDFL^AT_EX debe tener la siguiente estructura

```
\documentclass[11pt,letterpaper]{report}    % tipo de documento
% preámbulo
\usepackage[spanish]{babel}                % para trabajar en español
\usepackage[latin1]{inputenc}              % para trabajar con tildes
\usepackage[centering]{geometry}           % facilita trabajar los márgenes

\title{Introducción a \TeX{} y \LaTeXe}
\author{William Roberto Gutiérrez Herrera\\
williamr.gutierrez@gmail.com\\
Licenciatura en Matemática Aplicada, USAC}
\date{}

\begin{document}                            % inicio del cuerpo del documento
\maketitle

\chapter*{Introducción}                    % introducción
Los siguientes apuntes ...

... mi texto, fórmulas, imágenes y todo lo que necesite ...

\end{document}                             % fin del cuerpo del documento
```

en donde, el **preámbulo** es la parte entre \documentclass{article} y \begin{document}, y la parte entre \begin{document} y \end{document} es el **cuerpo del documento**.

1.4. Clases de documentos

Los documentos se pueden agrupar en distintas clases, a partir de ciertas características que los diferencian, por ejemplo tenemos: artículos, reportes, tesis, libros, cartas, presentaciones, carteles, programas, curricula. Este fue uno de los motivos que llevaron a Lamport a la implementación de los primeras clases, construidas a través de macros en lenguaje \TeX .

En la actualidad, gracias al trabajo independiente y la necesidad de investigación y desarrollo, se han elaborado conjuntos de macros para generar partituras musicales, carátulas para CD/DVD y otros. Asimismo existe la utilidad \CONTeXT para trabajos tipográficos de alta calidad. De esto \TeX y \LaTeX están incursionando en áreas fuera de su objetivo inicial

... \TeX , a new typesetting system intended for the creation of beautiful books —and especially for books that contain a lot of mathematics. By preparing a manuscript in \TeX format, you will be telling a computer exactly how the manuscript is to be transformed into pages whose typographic quality is comparable to that of the world's finest printers; yet you won't need to do much more work than would be involved if you were simply typing the manuscript on an ordinary typewriter.

Donald E. Knuth [15]

En el ejemplo, se utiliza la clase **report**, pero se puede cambiar dependiendo de las necesidades

article para artículos en revistas científicas, reportes pequeños, programas, otros.

report para reportes largos dividido en capítulos, libros pequeños, tesis, otros.

book para libros reales.

slides para presentaciones en retroproyectores.¹

Se utilizan las opciones [**11pt**,**letterpaper**] para indicar que el tamaño de fuente base² es de **11 puntos** y papel tamaño **carta**. Las opciones de fuente base son **10pt**, **11pt**, **12pt**; opciones del tamaño de papel están en el cuadro 1.3.³

Cuadro 1.3: Dimensiones de hojas de papel

letterpaper	11.0×8.50 in	a4paper	29.7×21.0 cm	(11.693×8.268 in)
legalpaper	14.0×8.50 in	a5paper	21.0×14.8 cm	(8.268×5.827 in)
executivepaper	10.5×7.25 in	b5paper	25.0×17.6 cm	(9.843×6.929 in)

¹En la actualidad se utilizan otras clases más acordes con la tecnología, por ejemplo **beamer**.

²A partir de la fuente base, se ajustarán los tamaños de fuentes usadas en los títulos, secciones y variaciones que especifiquemos dentro del documento.

³La hoja tamaño **oficio** tiene las dimensiones 13 × 8.5 in.

Las opciones del formato de página son: `onecolumn` o `twocolumn` para imprimir a una o dos columnas respectivamente; `oneside` o `twoside` para imprimir en un lado o ambos lados de la hoja de papel; `titlepage` o `notitlepage` para imprimir en una hoja separada el “título”, el “nombre del autor” y la “fecha” o no hacerlo, en el ejemplo, se utilizan los comandos `\title{...}`, `\author{...}` y `\date{}`, aquí se dejó vacía para no imprimir la fecha presente, al escribir `\date{30 de diciembre del 2004}` esta fecha se imprime, si no se escribe `\date{...}` \TeX imprime la fecha actual, lo anterior vale, si se utiliza `\maketitle`, pues de lo contrario no se imprime esta información en nuestro documento, el comando `\today` se puede escribir en cualquier parte del documento, para imprimir la fecha actual; `landscape` hace que el documento se imprima en hojas apaisadas, i.e. giradas 90°, como en las presentaciones estándar de Microsoft Office PowerPoint™.

Los comandos `\pagestyle{...}` y `\thispagestyle{...}` especifican la forma de presentación de las cabeceras y pies en la página —la primera es global y la segunda para una página en particular— se tienen las opciones

plain La cabecera está vacía y el pie contiene el número de página centrado con respecto a la longitud horizontal del texto. Esta es la opción por *default* en la clase `article`.

empty Ambos cabecera y pie están vacíos.

headings Esta es la opción por *default* en la clase `book`. El pie está vacío y la cabecera contiene el número de página y los nombres del capítulo, sección o subsección, dependiendo de la clase de documento, así

Cuadro 1.4: Cabeceras

Clase	Opción	Página Izquierda	Página Derecha
book, report	oneside	—	capítulo
	twoside	capítulo	sección
article	oneside	—	sección
	twoside	sección	subsección

myheadings Lo mismo que en **headings**, con la variante que la parte de la cabecera no está determinada, pero se establecen usando `\markright` o `\markboth`.

1.5. Diseño de página

1.5.1. Dimensiones

En la página 37 se muestra como \TeX distribuye el texto⁴ en el papel: texto principal (*Body*), la cabecera (*Header*), el pie (*Footer*) y las notas en los márgenes (*Margin Notes*); hasta abajo se dan los comandos para cambiar los valores de cada una de ellos, notar que esto se hace en el *preámbulo*.

Las unidades de medida que reconoce \TeX y sus variantes, está en el siguiente:

⁴Se debe tomar en cuenta que esto es válido para `oneside`; también existes vistas similares para la opción `twoside`, para las páginas izquierda y derecha.

Cuadro 1.5: Medidas reconocidas por T_EX

mm	milímetro = 1/25.4 in	■
cm	centímetro = 10 mm	■
in	pulgada = 25.4 mm	■
pt	punto T _E X = 1/72.27 in	
em	ancho aproximado de una ‘M’ en la fuente base	■
ex	altura aproximada de una ‘x’ en la fuente base	■

Los valores para los comandos de diseño se pueden cambiar dependiendo de las necesidades, por ejemplo las especificaciones para el «Trabajo de Graduación»⁵ son:

Alto de página	<code>\setlength{\paperheight}{11in}</code>
Ancho de página	<code>\setlength{\paperwidth}{8.5in}</code>
Afuera horizontal	<code>\setlength{\hoffset}{0pt}</code>
Afuera vertical	<code>\setlength{\voffset}{0pt}</code>
Margen página impar	<code>\setlength{\oddsidemargin}{41.53pt}</code>
Margen página par	<code>\setlength{\evensidemargin}{-15.37pt}</code>
Longitud del texto vertical	<code>\setlength{\textheight}{610pt}</code>
Longitud del texto horizontal	<code>\setlength{\textwidth}{433.62pt}</code>
Distancia hacia la cabecera	<code>\setlength{\topmargin}{10.53pt}</code>
Distancia: texto y cabecera	<code>\setlength{\headsep}{19pt}</code>
Distancia: texto y pie de página	<code>\setlength{\footskip}{21pt}</code>
Distancia: texto y nota al margen	<code>\setlength{\marginparsep}{8pt}</code>
Longitud de la nota al margen	<code>\setlength{\marginparwidth}{44pt}</code>
Sangría	<code>\setlength{\parindent}{1cm}</code>
Distancia entre párrafos	<code>\setlength{\parskip}{21pt}</code>
Interlineado 1 1/2	<code>\linespread{1.3}</code>

Los primeros cuatro comandos son redundantes, los dos primeros se establecen con la opción `letterpaper`; luego los siguientes dos por *default* tienen valor de `0pt`. En el cuerpo de nuestro documento, se puede cambiar el interlineado de una porción de texto, al escribir:

```
{\setlength{\baselineskip}{1.1\baselineskip} ... porción de texto
... \par}
```

1.5.2. Numeración

El tipo de numeración de las páginas se puede cambiar en cualquier parte de nuestro documento con el comando `\pagenumbering{...}` y sus posibles argumentos

arabic números arábigos.

⁵Aprobado por Junta Directiva mediante el acta No. 16-2000, punto décimo, inciso 10.6 del 13 de junio de 2000, Oficina de Lingüística, Facultad de Ingeniería, USAC. Consultar [18].

roman números romanos en minúsculas, con `[spanish]{babel}` ¡no funciona! No se acostumbra en español, consultar [3].

Roman números romanos en mayúsculas.

alph letras normales en minúsculas.

Alph letras normales en mayúsculas.

El valor por *default* es **arabic**; esto es de importancia cuando se tienen páginas preliminares: **prefacio**, **introducción**, **agradecimientos**, **dedicatoria**, las cuales deben estar numeradas con **Roman**, en contraste con el cuerpo del documento: **capítulos**, **secciones**, **bibliografía** y **apéndices** se deben numerar con **arabic**. Esto se hace al principio de cada parte.

Es importante recordar que cuando se hace esto, se debe de reiniciar el conteo de las páginas, lo cual se consigue con el comando `\setcounter{tipo}{#}`, en donde **tipo** se refiere al contador que vamos a redefinir (páginas, capítulos, secciones, ecuaciones) y **#** es el número que le asignaremos, por ejemplo `\setcounter{page}{15}` indica que en el lugar en donde aparece las páginas se numerarán a partir de 15.

1.6. Espacios

Una de las características que diferencian a \TeX de los procesadores de palabras comunes, por ejemplo Microsoft Office WordTM, es la forma de como distribuye las palabras en los renglones, por *default* justifica el texto y separa palabras⁶ al final de la línea utilizando el guión menor “-”; \TeX tiene cuatro tipos de guiones: - se usa entre palabras o como signo ‘menos’, -- se usa entre números, --- es el guión ortográfico y \- es el guión de partición de palabras que se utiliza para hacer una correcta división al final de la línea. Por ejemplo: física-matemática, 25 - 34 = -9; secciones 2-3; los números irracionales —no se pueden expresar como el cociente de dos enteros— son no contables.

En el texto fuente, el “espacio en blanco” entre caracteres es tratado como un espacio por \TeX , es decir, varios espacios consecutivos en blanco son tratados como un único espacio. Asimismo, el espacio en blanco al inicio de la primera línea de un párrafo es ignorado,⁷ y en las demás líneas del texto. Una “línea en blanco” entre dos líneas de texto define el final y el inicio de los párrafos, varias líneas en blanco son tratadas como una sola línea en blanco. Cada nuevo párrafo tiene su primer línea **sangrada**, si no se quiere esto para uno en espacial, se debe de indicar con `\noindent` al inicio del mismo.

Por lo general \LaTeX no deja líneas en blanco entre párrafos, si se quiere forzar este efecto lo podemos hacer con `\smallskip`, `\medskip` o `\bigskip`, éstos dependen del tamaño de fuente y de como \TeX distribuye el espacio en toda la página. El interlineado se establece con `\linespread{#}` en donde **#** es el interlineado que se desea: 1 normal por *default*, 1.3 renglón abierto ó 1 1/2, 1.6 a doble renglón.

No hay
sangría.

Los espacios después de punto un punto “.” deben de tratarse según el caso. Al final de

Línea
en blanco.

⁶Como ya lo habrá notado en los apuntes.

⁷La sangría la establece por *default*, consultar página 12.

una oración no hay problema pues T_EX da un espacio adicional. Cuando no es el fin, como en una abreviatura, el espacio correcto se consigue con `diagonal inversa+espacio`: “_”; en contraste, cuando se trata de una mayúscula T_EX supone que es una abreviatura y deja un espacio normal. Cuando la oración termina en una mayúscula, a T_EX se le debe indicar esto con `\@` para dar el espacio adicional requerido. Por ejemplo con

```
Las zanahorias son buenas para la vista, porque contienen vitamina
A\@. Alguna vez ha visto a un conejo con gafas. % un comentario
```

se obtiene

Las zanahorias son buenas para la vista, porque contienen vitamina A. Alguna vez ha visto a un conejo con gafas.

con el código

```
Los n\'umeros 1, 2, 3, etc.\ son llamados n\'umeros naturales. De
acuerdo a Kronecker, \'estos fueron hechos por Dios; todo lo dem\'as
fue hecho por el hombre.
```

se obtiene

Los números 1, 2, 3, etc. son llamados números naturales. De acuerdo a Kronecker, éstos fueron hechos por Dios; todo lo demás fue hecho por el hombre.

Cuando se trabajan con comandos estándar o definidos por uno mismo, se le debe indicar a T_EX que de debe dejar un espacio después del mismo, por ejemplo:

```
Donald Knuth divide a las personas que trabajan con \TeX\ en
\TeX{}nicos y \TeX pertos.
```

produce

Donald Knuth divide a las personas que trabajan con T_EX en T_EXnicos y T_EXpertos.

notar que ... \TeX pertos ... y ... \TeX{}icos ... tienen el mismo efecto de no dejar espacio; en cambio ... \TeX{} en ... y ... \TeX{} en ... son equivalentes en cuanto al espacio intermedio que producen.

Otra forma de obtener un espacio normal entre caracteres es con `~`, el inconveniente es que las cadenas consecutivas no las deja separadas en líneas distintas, por ejemplo, “Dr. Pérez” se consigue con `Dr.~Pérez`. Se **recomienda** usar este comando cuando se trabajan con **referencias cruzadas**, **citas** y al final de un párrafo en donde aparece un único símbolo. Por ejemplo:

```
\dots~en la p\'agina~\pageref{arabic} aparece \dots
```

produce “... en la página 12 aparece ...”; en el texto fuente ... `en el espacio~X`. se le indica a T_EX que no debe dejar solo al carácter *X* en una línea cuando termine el párrafo.

1.7. Conjunto de tipos

En general tendremos dos clases de caracteres tipográficos: LATINOS y NO LATINOS; para los latinos tenemos los tradicionales:

- **Letras romanas**, con remates o gracias (*serif*), ejemplos: Times, Palatino, Garamond.
- **Letras palo seco**, sin remates (*sans serif*), ejemplos: Arial y Helvética.
- **Letras tipo máquina de escribir**, ejemplo: Courier.

la tercera se utiliza en informática; para los *no latinos* tenemos: chino, japonés, maya, egipcio, cirílico, sanscrito y todos aquellos por el estilo.

Recordemos que \TeX y \LaTeX tienen como función distribuir el texto en el espacio disponible en el papel, en cambio METAFONT es un programa para diseñar conjunto de tipos, con este último se diseñan los tipos con los cuales trabaja \TeX , que por *default* usa el conjunto de tipos Computer Modern (CM) en su versión romana, palo seco, capitales (o versales), itálica, inclinada y letra de máquina de escribir.

Las letras y símbolos, *conjunto de tipos* que \TeX procesa, son caracterizados por su *estilo* y *tamaño*. \TeX elige el tamaño adecuado del carácter basado en la estructura lógica del documento (secciones, pies de página, títulos, otros). En \LaTeX un tipo está dado por la *familia*, su *peso* y el *diseño*. Cualquier tipo que se imprime es combinación de estas tres características. Es posible hacer cambios de tipos y tamaños a mano.

Cuadro 1.6: Conjunto de tipos *modo texto*

	Estilo	Comando	Declaración
Familia	romana	<code>\textrm{romana}</code>	<code>{\rmfamily romana}</code>
	palo seco	<code>\textsf{palo seco}</code>	<code>{\sffamily palo seco}</code>
	máquina	<code>\texttt{m\'aquina}</code>	<code>{\ttfamily m\'aquina}</code>
Peso	mediana	<code>\textmd{mediana}</code>	<code>{\mdseries mediana}</code>
	negrilla	<code>\textbf{negrilla}</code>	<code>{\bfseries negrilla}</code>
Diseño	recta	<code>\textup{recta}</code>	<code>{\upshape recta}</code>
	itálica	<code>\textit{it\'alica}</code>	<code>{\itshape it\'alica}</code>
	inclinada	<code>\textsl{inclinada}</code>	<code>{\slshape inclinada}</code>
	CAPITAL	<code>\textsc{Capital}</code>	<code>{\scshape Capital}</code>

Existen los comandos adicionales `\textnormal{...}` y `\emph{...}`. En general este último produce *itálicas*, cuando se utiliza la fuente normal, su efecto es variado como se muestra en los siguientes ejemplos:

```
\textit{El objeto del an\'alisis funcional es el estudio de los
espacios vectoriales de \emph{dimensión infinita} y de sus
propiedades \textnormal{topológicas}.}
```

El objeto del análisis funcional es el estudio de los espacios vectoriales de dimensión infinita y de sus propiedades topológicas.

`\textbf{El objeto del an\'alisis funcional es el estudio de los
espacios vectoriales de \emph{dimensión infinita} y de sus
propiedades \textnormal{topológicas}.}`

El objeto del análisis funcional es el estudio de los espacios vectoriales de *dimensión infinita* y de sus propiedades topológicas.

En \TeX las declaraciones estándar son `\rm`, `\sf`, `\tt`, `\bf`, `\it`, `\sl`, `\sc` y `\em` respectivamente; pero en $\text{\LaTeX}_{2\epsilon}$ los podemos combinar, por ejemplo `{\bf \sf Unity}` produce **Unity**, en cambio **Unity** se obtiene con `{\bfseries \sffamily Unity}` —los comandos conmutan. Como ejercicio dar los códigos para *Unity*, **Unity**, *Unity*.

Si se quiere modificar una porción grande de texto, se puede utilizar la declaración en un entorno, por ejemplo:

```
\begin{ttfamily}
Hola mundo, hoy es un buen día para hacer un documento en \TeX.
\end{ttfamily}
```

Hola mundo, hoy es un buen día para hacer un documento en \TeX .

El siguiente texto muestra la nomenclatura para los subsecuentes ejemplos: Conjunto de tipos **Computer Modern (CM)**, codificación T1 y nombre de la familia `cmr`. **Computer Modern {T1} {cmr}**

En esto, descubrieron treinta o cuarenta molinos de viento que hay en aquel campo, y así como DON QUIJOTE los vio, dijo a su escudero: —La ventura va guiando nuestras cosas mejor de lo que acertáramos a desear; porque ves allí, *amigo Sancho Panza*, donde se descubren treinta o poco más desaforados gigantes, con quien pienso hacer batalla y quitarles a todos las vidas, con cuyos despojos comenzaremos a *enriquecer*, que ésta es buena guerra, y es gran servicio de **Dios** quitar tan mala simiente de sobre la faz de la **tierra**.

Con el paquete `fontenc` podemos hacer la declaración global T1. Para hacer cambios en una parte de nuestro texto utilizamos por ejemplo `\fontencoding{OT1}`, o en el caso de las fuentes

```
{\fontfamily{cmss}\selectfont Para usar Computer Modern Sans.}
```

o una combinación de ambos, si es necesario

```
{\fontencoding{OT1}\fontfamily{yfrak}\selectfont
Si no reconoce tildes.}
```


1.7.1. Fuentes METAFONT

En los siguientes ejemplos usaremos el macro (ver sección 3.2) `\newcommand{\mdv}[3]`, con las siguientes instrucciones

```
{\fontencoding{#1}\fontfamily{#2}\selectfont ... \par}
```

para cambiar la codificación y el conjunto de tipos a una parte del texto, tenemos el siguiente ejemplo (los restantes tienen la misma pauta)

```
\mdv{T1}{ccr}{Concrete}
```

Concrete {T1} {ccr}

En esto, descubrieron treinta o cuarenta molinos de viento que hay en aquel campo, y así como DON QUIJOTE los vio, dijo a su escudero: —La ventura va guiando nuestras cosas mejor de lo que acertáramos a desear; porque ves allí, *amigo Sancho Panza*, donde se descubren treinta o poco más desaforados gigantes, con quien pienso hacer batalla y quitarles a todos las vidas, con cuyos despojos comenzaremos a *enriquecer*, que ésta es buena guerra, y es gran servicio de Dios quitar tan mala simiente de sobre la faz de la tierra.

Fraktur {T1} {yfrak}

En esto, descubrieron treinta o cuarenta molinos de viento que hay en aquel campo, y así como don Quijote los vio, dijo a su escudero: —La ventura va guiando nuestras cosas mejor de lo que acertáramos a desear; porque ves allí, *amigo Sancho Panza*, donde se descubren treinta o poco más desaforados gigantes, con quien pienso hacer batalla y quitarles a todos las vidas, con cuyos despojos comenzaremos a *enriquecer*, que ésta es buena guerra, y es gran servicio de **Dios** quitar tan mala simiente de sobre la faz de la tierra.

1.7.2. Fuentes Adobe

Palatino {T1} {ppl}

En esto, descubrieron treinta o cuarenta molinos de viento que hay en aquel campo, y así como DON QUIJOTE los vio, dijo a su escudero: —La ventura va guiando nuestras cosas mejor de lo que acertáramos a desear; porque ves allí, *amigo Sancho Panza*, donde se descubren treinta o poco más desaforados gigantes, con quien pienso hacer batalla y quitarles a todos las vidas, con cuyos despojos comenzaremos a *enriquecer*, que ésta es buena guerra, y es gran servicio de **Dios** quitar tan mala simiente de sobre la faz de la tierra.

Times New Roman {T1} {ptm}

En esto, descubrieron treinta o cuarenta molinos de viento que hay en aquel campo, y así como DON QUIJOTE los vio, dijo a su escudero:
—La ventura va guiando nuestras cosas mejor de lo que acertáramos a desear; porque ves allí, *amigo Sancho Panza*, donde se descubren treinta o poco más desaforados gigantes, con quien pienso hacer batalla y quitarles a todos las vidas, con cuyos despojos comenzaremos a *enriquecer*, que ésta es buena guerra, y es gran servicio de **Dios** quitar tan mala simiente de sobre la faz de la tierra.

Zapf Chancery {T1} {pzc}

En esto, descubrieron treinta o cuarenta molinos de viento que hay en aquel campo, y así como don Quijote los vio, dijo a su escudero:
—La ventura va guiando nuestras cosas mejor de lo que acertáramos a desear; porque ves allí, amigo Sancho Panza, donde se descubren treinta o poco más desaforados gigantes, con quien pienso hacer batalla y quitarles a todos las vidas, con cuyos despojos comenzaremos a enriquecer, que ésta es buena guerra, y es gran servicio de Dios quitar tan mala simiente de sobre la faz de la tierra.

Bookman {T1} {pbk}

En esto, descubrieron treinta o cuarenta molinos de viento que hay en aquel campo, y así como DON QUIJOTE los vio, dijo a su escudero:
—La ventura va guiando nuestras cosas mejor de lo que acertáramos a desear; porque ves allí, *amigo Sancho Panza*, donde se descubren treinta o poco más desaforados gigantes, con quien pienso hacer batalla y quitarles a todos las vidas, con cuyos despojos comenzaremos a *enriquecer*, que ésta es buena guerra, y es gran servicio de **Dios** quitar tan mala simiente de sobre la faz de la tierra.

Avant Garde {T1} {pag}

En esto, descubrieron treinta o cuarenta molinos de viento que hay en aquel campo, y así como DON QUIJOTE los vio, dijo a su escudero:
—La ventura va guiando nuestras cosas mejor de lo que acertáramos a desear; porque ves allí, *amigo Sancho Panza*, donde se descubren treinta o poco más desaforados gigantes, con quien pienso hacer batalla y quitarles a todos las vidas, con cuyos despojos comenzaremos a *enriquecer*, que ésta es buena guerra, y es gran servicio de **Dios** quitar tan mala simiente de sobre la faz de la tierra.

New Century Schoolbook {T1} {pnc}

En esto, descubrieron treinta o cuarenta molinos de viento que hay en aquel campo, y así como DON QUIJOTE los vio, dijo a su escudero:

—La ventura va guiando nuestras cosas mejor de lo que acertáramos a desear; porque ves allí, *amigo Sancho Panza*, donde se descubren treinta o poco más desaforados gigantes, con quien pienso hacer batalla y quitarles a todos las vidas, con cuyos despojos comenzaremos a *enriquecer*, que ésta es buena guerra, y es gran servicio de **Dios** quitar tan mala simiente de sobre la faz de la tierra.

Helvetica {T1} {phv}

En esto, descubrieron treinta o cuarenta molinos de viento que hay en aquel campo, y así como DON QUIJOTE los vio, dijo a su escudero:

—La ventura va guiando nuestras cosas mejor de lo que acertáramos a desear; porque ves allí, *amigo Sancho Panza*, donde se descubren treinta o poco más desaforados gigantes, con quien pienso hacer batalla y quitarles a todos las vidas, con cuyos despojos comenzaremos a *enriquecer*, que ésta es buena guerra, y es gran servicio de **Dios** quitar tan mala simiente de sobre la faz de la tierra.

1.7.3. Cambios globales

Para cambiar el conjunto de tipos Computer Modern que está por *default* en T_EX y L^AT_EX, usaremos los siguientes paquetes de fuentes Adobe.

Cuadro 1.7: Conjunto de tipos PSNFSS para PostScript

Paquete	Rematada	Sin remates	Máquina	Fórmulas
	CM Roman	CM Sans Serif	CM Typewriter	≈ CM Roman
mathpazo	Palatino			≈ Palatino
mathptmx	Times			≈ Times
helvet	Helvetica			
avant	Avant Garde			
courier	Courier			
chancery	Zapf Chancery			
bookman	Bookman	Avant Garde	Courier	
newcent	New Century Schoolbook	Avant Garde	Courier	
charter	Charter			

Nota. En los apuntes usé ps2pdf. Debemos tener en cuenta que L^AT_EX solamente utiliza fuentes METAFONT y PostScript Type 1, en cambio PDFL^AT_EX también es compatible con fuentes TrueType.

1.8. Tamaño de los tipos

El tamaño *default* es de 10 puntos en T_EX, pero existen diez declaraciones en L^AT_EX para cambiar el tamaño de las fuentes.

Cuadro 1.8: Tamaño del tipo

Salida	Comando	Salida	Comando
Walküre	<code>{\tiny Walk\"ure}</code>	Walküre	<code>{\large Walk\"ure}</code>
Walküre	<code>{\scriptsize Walk\"ure}</code>	Walküre	<code>{\Large Walk\"ure}</code>
Walküre	<code>{\footnotesize Walk\"ure}</code>	Walküre	<code>{\LARGE Walk\"ure}</code>
Walküre	<code>{\small Walk\"ure}</code>	Walküre	<code>{\huge Walk\"ure}</code>
Walküre	<code>{\normalsize Walk\"ure}</code>	Walküre	<code>{\Huge Walk\"ure}</code>

1.9. Alineado y justificación

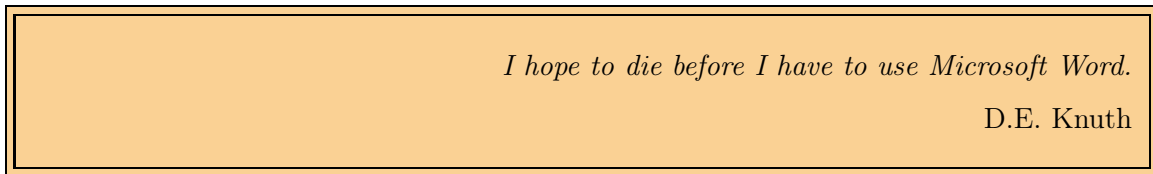
Por *default* todo el texto se justifica, pero se puede tener otro tipo de alineación para los párrafos, con los entornos:

- `center` centra el párrafo.
- `flushleft` justifica el párrafo a la izquierda.
- `flushright` justifica el párrafo a la derecha.

También se pueden utilizar las declaraciones `\centering`, `\raggedright` y `\raggedleft` para la justificación de líneas simples de escritura. Por ejemplo:

```
\begin{flushright}
\emph{I hope to die before I have to use Microsoft Word.}\\[6pt]
D.E.~Knuth
\end{flushright}
```

produce el efecto



Por otro lado tenemos los comandos `\hfill` y `\vfill`, los cuales se utilizan para dejar espacios simétricos entre textos, tanto en forma horizontal como vertical. Por ejemplo, con

```
\hfill Hola\\
como \hfill est\'an\\
las \hfill cosas \hfill aquí.
```

se tiene

como las	cosas	Hola están aquí.
-------------	-------	------------------------

En forma análoga para `\vfill`.

1.10. División de un documento

Para facilitar a los lectores de nuestro informe encontrar lo que necesitan, el documento debe estar ordenado y dividido en capítulos y secciones —lo que ayuda a construir un índice al inicio o final del mismo—. En \LaTeX se tienen comandos especiales para hacer esta división, dependiendo del tipo de documento que estemos elaborando.

Cuadro 1.9: Comandos de partición

Comando	<code>article</code>	<code>book,report</code>
<code>\part{...}</code>	si	si
<code>\chapter{...}</code>	no	si
<code>\section{...}</code>	si	si
<code>\subsection{...}</code>	si	si
<code>\subsubsection{...}</code>	si	si
<code>\paragraph{...}</code>	si	si
<code>\subparagraph{...}</code>	si	si

De `\chapter` a `\subsubsection` hace la numeración con respecto a la subdivisión de nivel superior como se aprecia en estos apuntes, `\paragraph` y `\subparagraph` no los numera por ejemplo⁸

`\subsubsection{Ejemplos}` Notar los espacios verticales,
horizontales y `\label{aqui}` la numeración.

`\paragraph{Nota.}` Se pueden escribir varios ‘‘`paragraph`’’ en nuestro documento sin influir en la numeración.

`\subparagraph{Subnota.}` Es ante todo para hacer énfasis de una parte del texto, por ejemplo.

`\paragraph{Nota 1.}` Otro ‘`paragraph`’.

imprimen lo siguiente

⁸El presente documento esta escrito en clase `article`.

Ejemplos

Notar los espacios verticales, horizontales y la numeración.

Nota. Se pueden escribir varios “paragraph” en nuestro documento sin influir en la numeración.

Subnota. Es ante todo para hacer énfasis de una parte del texto, por ejemplo.

Nota 1. Otro ‘paragraph’.

Nuestro documento puede ser dividido en ‘partes’ con el comando `\part` sin influir en la numeración de cada uno de las secciones de nivel inferior. El comando `\appendix` no toma un argumento, pero cambia la forma de enumeración de los capítulos o secciones⁹ de números a letras. Para crear una *tabla de contenidos* o *índice general* se utiliza el comando `\tableofcontents` en el lugar en donde se quiere, por lo regular se necesitan de dos a tres compilaciones de L^AT_EX para que se establezcan las referencias correspondientes.

Todos los comandos tienen un equivalente «estrellado» el cual no se numera y no aparece en la tabla de contenidos, por ejemplo `\chapter*{Prefacio}` crea una división equivalente a una sección denominada “Prefacio”; si se quiere que aparezca en el índice se usa la instrucción `\addcontentsline{toc}{section}{Prefacio}` justo después del comando estrellado anterior.

Por lo regular las cabeceras de las secciones se imprimen en la tabla de contenidos tal y como se escribieron en el texto fuente, pero algunas veces éstas son muy largas y no quedan agradables, por lo que es recomendable utilizar un «título corto equivalente» encerrado entre corchetes [...] por ejemplo:

```
\chapter[T\'itulo corto]{T\'itulo largo}
```

En adición a los comandos de división de un documento, L^AT_EX 2_ε introduce tres comandos adicionales para la clase `book` los cuales ayudan a ordenar nuestra publicación

- `\frontmatter` al escribirse después del comando `\begin{document}` cambia la numeración de las páginas a letras romanas y las divisiones no son numeradas, pero si aparecen en la tabla de contenidos.
- `\mainmatter` se escribe antes del primer capítulo y la numeración de las páginas cambia a arábica y reinicia el contador de las mismas.
- `\appendix` marca el inicio del material adicional del libro, luego de este comando los capítulos se enumeran con letras.
- `\backmatter` se inserta antes de las últimas entradas de su libro, como la *bibliografía* y el *índice alfabético*. Este no tiene ningún efecto visual en nuestro documento.

⁹Tipo `book` o `article` respectivamente.

1.10.1. Entorno abstract

Todo artículo de investigación debe llevar un **Resumen** al inicio del mismo, en donde se exponen en líneas generales el propósito de la misma y los principales logros alcanzados. Con L^AT_EX es fácil hacer esto, se cuenta con el entorno `abstract`, por ejemplo

```
\begin{abstract}
Como parte de la formaci\’on profesional de los estudiantes de la
Licenciatura en Matem\’atica Aplicada de la Universidad de San
Carlos de Guatemala (USAC), la Coordinaci\’on de la Carrera
instituy\’o ---como parte de la evaluaci\’on durante cada ciclo---
la redacci\’on de un art\’iculo de investigaci\’on
\textit{valedero en todo curso} de la carrera en el
cual el estudiante est\’e inscrito.

\medskip

\textit{Palabras clave y frases:} art\’iculos, \TeX, \LaTeX,
MetaPost, \Xy-pic.
\end{abstract}
```

<p style="text-align: center;">Resumen</p> <p>Como parte de la formación profesional de los estudiantes de la Licenciatura en Matemática Aplicada de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), la Coordinación de la Carrera instituyó —como parte de la evaluación durante cada ciclo— la redacción de un artículo de investigación <i>valedero en todo curso</i> de la carrera en el cual el estudiante esté inscrito.</p> <p><i>Palabras clave y frases:</i> artículos, T_EX, L^AT_EX, MetaPost, X_Y-pic.</p>

1.11. Pies de página, referencias cruzadas y notas al margen

A lo largo de nuestro documento necesitamos hacer notas aclaratorias para ayudar al lector a comprender nuestras ideas, pero sin desviarlo del concepto principal. Por tal motivo existen los *pies de página*, *notas al margen*, *referencias cruzadas* o *citas bibliográficas*. Con T_EX es fácil hacer esto, pues se tienen los comandos adecuados.

Por ejemplo `\footnote{Pie de página.}` crea el pie de página,¹⁰ se introducen después de los signos de puntuación —comas, puntos—, y es recomendable no hacerlas luego de una entrada matemática para que el símbolo de referencia no se confunda con un exponente **sino antes**, por ejemplo¹¹ $a^2 + b^2 = c^2$.

Las notas al margen se utilizan para dar un énfasis en nuestro texto o dar «información corta», estas notas aparecen a partir del renglón en donde se introducen, por ejemplo la nota

Nota al
margen.

¹⁰Pie de página.

¹¹Teorema de Pitágoras, en donde a y b denotan las longitudes de los catetos y c representa la longitud de la hipotenusa.

anterior se imprime con ... `notas\marginpar{Nota al\ margin.}`

Para hacer referencias cruzadas se necesita primero introducir “marcas” en los conceptos a los cuales haremos referencia en otras partes de nuestro documento, esto se hace etiquetando con el comando `\label{algo}` en cualquier parte. Por ejemplo en la subsección 1.10 tenemos la etiqueta «aquí» como aparece en el texto fuente. La llamamos con la sentencia ... `subsección \ref{aquí}` recordando que utilizamos `~` para evitar el corte al final de un renglón.

Aparte de `\ref{...}` que da la numeración de la división en la cual está la etiqueta, tenemos el comando `\pageref{...}` que nos da la página en donde está la etiqueta en nuestro documento compilado, a la cual hacemos referencia, por ejemplo al hacer referencia a la página 22.

1.12. Símbolos especiales

Hay ciertos símbolos que T_EX y L^AT_EX se reservan para uso interno y cuando los encuentra por lo general no se imprimen, por lo mismo no se pueden obtener directamente. Estos son `\`, `%`, `$`, `&`, `#`, `^`, `~`, `_`, `{`, `}`, para que se impriman debemos escribir

Cuadro 1.10: Símbolos especiales

<code>\</code>	<code>\backslash</code>	<code>%</code>	<code>\%</code>
<code>\$</code>	<code>\\$</code>	<code>&</code>	<code>\&</code>
<code>#</code>	<code>\#</code>	<code>^</code>	<code>\^{}{}</code>
<code>~</code>	<code>\~{}{}</code>	<code>_</code>	<code>_</code>
<code>{</code>	<code>\{</code>	<code>}</code>	<code>\}</code>

La ‘diagonal inversa’ `\` se usa para hacer llamada de comandos internos de T_EX o que hayan sido definidos en preámbulo. La ‘doble diagonal inversa’ `\\` se utiliza para forzar un quiebre de línea, es equivalente a `\newline`, pero tiene la opción por ejemplo `\\[21pt]` en donde 21pt es la distancia vertical hacia la siguiente línea. El símbolo `%` se usa para hacer comentarios en el texto fuente, los cuales no se imprimirán como en los ejemplos de las páginas 9 y 14.

En T_EX cuando se quieren símbolos matemáticos en la línea de escritura se encierran entre `$...$`, por ejemplo $x + 2 = 6$ se obtiene con `$x+2=6$`; cuando éstos se quieren en una línea aparte y centrado se utiliza `$$...$$`, por ejemplo

$$P(z) = \cos z + \int_0^z f(t) dt$$

se consigue con `$$P(z)=\cos z + \int_0^z f(t)\,dt$$`. Por otra parte en L^AT_EX se utilizan las declaraciones equivalentes `\(...\)` y `\[...\]`, pero también son válidas las que utilizan el signo de dólar `$` con casi los mismos resultados.

1.12.1. Tipos de acentos

L^AT_EX soporta el uso de tildes, acentos y caracteres especiales desde cualquier idioma; para imprimir un acento ortográfico (tilde) sobre la i o la j, es necesario removerles los puntos, con

los comandos `\i` y `\j` respectivamente, comparar con `\imath` y `\jmath`, para no cometer el error de usar `\~j` imprimiendo \tilde{j} , lo correcto es `\~\j` lo cual produce \tilde{j} .

Con el paquete `inputenc` y la opción `latin1` se hace que \LaTeX reconozca directamente a muchos de estos caracteres: á, à, ï, ö, Ç, ç, i, Ø, ñ, Ñ al introducirlos desde el teclado.

Hay situaciones en las cuales no se tienen los caracteres para un tamaño específico de las fuentes Computer Modern (CM) que utiliza \LaTeX por *default*, las cuales están restringidas a los 128 caracteres del conjunto de 7-bit ASCII y tienen codificación `OT1`; estas fuentes las diseñó Donald Knuth tomando como base a las fuentes utilizadas por los libros del siglo XIX y son creadas con METAFONT, sus nombres¹² se establecen de la siguiente forma: `cm+tipo+(tamaño de fuente)`, donde `cm` corresponde a Computer Modern.

Para que \LaTeX utilice los caracteres apropiados, debemos hacer una recodificación de la fuente original del \TeX , esto se logra con el paquete `fontenc` con la opción `T1`, por ejemplo, que utiliza fuentes *Extended Cork* (EC) las cuales contienen letras y caracteres de puntuación para varios idiomas europeos basados en escritura latina. La ventaja de utilizar nuevas fuentes basadas en CM es que da fuentes en todas las longitudes, formas y escalas agradables a la vista. En algunos casos será necesario utilizar la codificación `OT1`, ver el ejemplo en la página 71.

Cuadro 1.11: Caracteres en otros idiomas

ò	<code>\‘o</code>	ó	<code>ó</code>	ô	<code>\~o</code>	ö	<code>\"o</code>	õ	<code>\~o</code>
ō	<code>\=o</code>	ô	<code>\.o</code>	ö	<code>\u{o}</code>	ö	<code>\v{o}</code>	ő	<code>\H{o}</code>
oo	<code>\t{oo}</code>	q	<code>\c{o}</code>	q	<code>\d{o}</code>	q	<code>\b{o}</code>		
œ	<code>{\oe}</code>	æ	<code>{\ae}</code>	â	<code>\aa</code>	ø	<code>{\o}</code>	ı	<code>{\l}</code>
Œ	<code>{\OE}</code>	Æ	<code>{\AE}</code>	Å	<code>\AA</code>	Ø	<code>{\O}</code>	Ł	<code>{\L}</code>
ı	<code>\i</code>	ı	<code>\j</code>	ç	<code>\c{c}</code>	Ç	<code>\c{C}</code>	ı	<code>!‘</code>
ï	<code>\"i</code>	í	<code>\’i</code>	ı	<code>\‘i</code>	ß	<code>{\ss}</code>	ı	<code>?‘</code>

1.12.2. Ligaduras

Algunas combinaciones de letras no son impresas con las distintas letras que las forman, y utilizan símbolos especiales

ff fi fl ffi	en lugar de	ff fi fl ffi
--------------	-------------	--------------

Éstas son llamadas *ligaduras* y pueden ser prohibidas al insertar un `\mbox{}` entre las letras en cuestión, por ejemplo definición se consigue con `def\mbox{}`inición.

1.13. Listas

Para elaborar listas simples existen los siguientes entornos: `description`, `itemize` y `enumerate`. Por ejemplo

¹²Revisar las **fuentes** de un fichero PDF creado a partir de \TeX .

Considere el **problema de inspección**:

Input Una sucesión de n números $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ y un valor ν .

Output Un índice j tal que $\nu = A[j]$ o el valor especial NIL si ν no aparece en A .

Escribir el pseudocódigo para realizar esta tarea.

se obtiene con el código

Considere el `\textbf{problema de inspección}`:

```
\begin{description}
  \item[Input] Una sucesión de  $n$  números
     $A = \{a_1, \dots, a_n\}$  y un valor  $\nu$ .
  \item[Output] Un índice  $j$  tal que  $\nu = A[j]$ 
    o el valor especial \textsf{NIL} si  $\nu$  no
    aparece en  $A$ .
\end{description} Escribir el pseudocódigo para realizar esta tarea.
```

El siguiente ejemplo —tomar en cuenta que se utiliza el paquete `babel` con la opción `spanish` y el comando `\spanishsignitems`, por lo cual los símbolos pueden variar— muestra el entorno `itemize` el cual puede soportar anidamiento hasta el cuarto nivel

- Primer nivel
 - Segundo nivel
 - ◊ Tercer nivel
 - ▷ Cuarto nivel

Los símbolos de cada nivel se pueden ajustar con los comandos respectivos

```
\labelitemi \labelitemii \labelitemiii \labelitemiv
```

Por ejemplo al hacer —no necesariamente en el preámbulo— las asignaciones

```
\renewcommand{\labelitemi}{\triangleright}
\renewcommand{\labelitemii}{\checkmark}
```

con el código

Uno debe tener en mente lo siguiente cuando utiliza `\TeX`

```
\begin{itemize}
  \item \TeX es un cajista y no un procesador de palabras.
  \item \TeX es un lenguaje de programación y no una aplicación.
  \item No se puede hacer una comparación entre \TeX y un procesador
    de palabras, éstos se diseñaron para propósitos diferentes.
```

```

\item \TeX{} es la opción natural si es una de éstas situaciones
\begin{itemize}
  \item Si se compone un documento con fórmulas matemáticas.
  \item Si quiere un documento bonito.
\end{itemize}
\end{itemize} Como un programa, \TeX{} ofrece un alto grado de flexibilidad.

```

obtenemos

Uno debe tener en mente lo siguiente cuando utiliza \TeX

- ▷ \TeX es un cajista y no un procesador de palabras.
- ▷ \TeX es un lenguaje de programación y no una aplicación.
- ▷ No se puede hacer una comparación entre \TeX y un procesador de palabras, éstos se diseñaron para propósitos diferentes.
- ▷ \TeX es la opción natural si es una de éstas situaciones
 - ✓ Si se compone un documento con fórmulas matemáticas.
 - ✓ Si quiere un documento bonito.

Como un programa, \TeX ofrece un alto grado de flexibilidad.

También se puede hacer cambios individuales, por ejemplo

§ \TeX es un cajista y no un procesador de palabras.

▷ \TeX es un lenguaje de programación y no una aplicación.

tiene las instrucciones

```

\begin{itemize}
  \item[\S] \TeX{} es un cajista y no un procesador de palabras.
  \item \TeX{} es un lenguaje de programación y no una aplicación.
\end{itemize}

```

Para el entorno `enumerate` tenemos asimismo cuatro¹³ niveles de la siguiente forma

¹³Paquete `babel` opción `spanish`.

1. Primer nivel
2. Primer nivel
 - a*) Segundo nivel
 - b*) Segundo nivel
 - 1) Tercer nivel
 - 2) Tercer nivel
 - a'* Cuarto nivel
 - b'* Cuarto nivel

1.13.1. Paquete **enumerate**

Si se desea otro tipo de numeración para nuestras listas, en especial cuando están anidadas, existe el paquete **enumerate**; su uso se ve mejor con un ejemplo

Los tres pasos básicos en la producción de un documento usando \LaTeX son los siguientes:

- Paso 1. Preparar un fichero fuente con extensión **tex**.
- Paso 2. Compilar éste con \LaTeX para producir un fichero **dvi**.
- I. Usar un previsor, por ejemplo **yap**, para revisar la salida.
 - II. Editar el fichero fuente si es necesario.
 - III. Recompilar.
- Paso 3. Imprimir el documento.

el código utilizado es

```
Los tres pasos básicos en la producción de un documento usando \LaTeX\
son los siguientes:
\begin{enumerate}[\hspace{3ex}{Paso} 1.]
  \item Preparar un fichero fuente con extensión \texttt{tex}.
  \item Compilar éste con \LaTeX{} para producir un fichero \texttt{dvi}.
  \begin{enumerate}[I.]
    \item Usar un previsor, por ejemplo \textsf{yap}, para
      revisar la salida.
    \item Editar el fichero fuente si es necesario.
    \item Recompilar.
  \end{enumerate}
  \item Imprimir el documento.
\end{enumerate}
```

Como ejercicio, repetir la anterior lista cambiando las opciones `[\hspace{3ex}{Paso} 1.]` por `[\hspace{3ex}Paso 1.]`, `[{Paso} 1.]`, `[P{a}so 1.]` y `[{Paso} {1}.]`. ¿Cuál es la diferencia entre los argumentos `[I.]` y `[{I}.]`?

El paquete **enumerate** cuando tenemos

- ▶ `[A]` genera una secuencia etiquetada como A, B, C,...
- ▶ `[1]` genera una secuencia etiquetada como 1, 2, 3,...
- ▶ `[a]` genera una secuencia etiquetada como a, b, c,...
- ▶ `[I]` genera una secuencia etiquetada como I, II, III,...
- ▶ `[i]` genera una secuencia etiquetada como i, ii, iii,...

para evitar una mala interpretación por parte de \LaTeX se deben utilizar las llaves `{}` como en el ejemplo y ejercicios anteriores. Para cambiar formato de la fuente de la etiqueta utilizar declaraciones y no comandos.

1.14. Cuadros y tablas

1.14.1. Entorno tabular

En muchas ocasiones es necesario presentar información o una serie de datos en forma matricial para facilitar su comprensión, por ejemplo en la página 11 aparece un cuadro, elaborado en el entorno `tabular`, éste utiliza `&` para separar las columnas y `\\` para el indicar el final y cambio de fila, `\hline` indica que se debe trazar un recta horizontal, `|` traza una recta vertical y `\cline{i-j}` indica que se debe trazar un segmento de recta de la columna i a la j ; las letras `c`, `l`, `r` indican que el contenido de la columna de ir centrado, justificado a la izquierda o a la derecha respectivamente. En la referida página el segundo cuadro se genera con el siguiente código

```
\begin{tabular}{|c|c|c|c|}
\hline
Clase & Opción & Página Izquierda & Página Derecha \\
\hline \hline
\texttt{book}, & \texttt{oneside} & --- & capítulo \\
\texttt{report} & \texttt{twoside} & capítulo & sección \\
\texttt{article} & \texttt{oneside} & --- & sección \\
& \texttt{twoside} & sección & subsección \\
\hline
\end{tabular}
```

En este entorno es *lícito* utilizar modo matemático, el siguiente ejemplo se obtiene con

```
\begin{table}[h]
\centering
\caption{Propiedades de los espacios  $L^p$ }\label{tablaLp}
```

```

\vspace{3pt}
\begin{tabular}{|c|c|c|c|}
\hline
Espacio & Reflexivo & Separable & Dual \\ \hline
 $L^p$ , & Si & Si &  $L^q$ , \\
 $1 < p < \infty$  & &  $1/p + 1/q = 1$  \\ \hline
 $L^1$  & No & Si &  $L^\infty$  \\ \hline
 $L^\infty$  & No & No &  $L^1 \not\subset (L^\infty)'$  \\ \hline
\end{tabular}
\end{table}

```

el comando `\caption{...}` se utiliza para asignar el nombre «Cuadro» y número a nuestra tabla, como en el caso de las imágenes.

Cuadro 1.12: Propiedades de los espacios L^p

Espacio	Reflexivo	Separable	Dual
L^p , $1 < p < \infty$	Si	Si	L^q , $1/p + 1/q = 1$
L^1	No	Si	L^∞
L^∞	No	No	$L^1 \not\subset (L^\infty)'$

Podemos imprimir nuestras tablas sin separadores explícitos `|`, `\hline` y `\cline` como en el siguiente código

```

\begin{center}
\begin{tabular}{lrr}
\multicolumn{1}{p{.75in}}{Planeta} & & \\
\multicolumn{2}{c}{Distancia desde el Sol (km)} \\
& & \\
& Máxima & Mínima \\
Mercurio & 69400000 & 46800000 \\
Venus & 109000000 & 107600000 \\
Tierra & 152600000 & 147400000 \\
Marte & 249200000 & 207300000 \\
Júpiter & 817400000 & 741600000 \\
Saturno & 1512000000 & 1346000000 \\
Urano & 3011000000 & 2740000000 \\
Neptuno & 4543000000 & 4466000000 \\
Plutón & 7346000000 & 4461000000
\end{tabular}
\end{center}

```

generando lo siguiente

Planeta	Distancia desde el Sol (km)	
	Máxima	Mínima
Mercurio	69400000	46800000
Venus	109000000	107600000
Tierra	152600000	147400000
Marte	249200000	207300000
Júpiter	817400000	741600000
Saturno	1512000000	1346000000
Urano	3011000000	2740000000
Neptuno	4543000000	4466000000
Plutón	7346000000	4461000000

nótese que se utilizó el comando `p{...}` para asignar una longitud específica la primer columna, y el comando `\multicolumn{2}{c}{...}` para que la frase «Distancia desde el Sol (km)» ocupara dos columnas de manera centrada. Si queremos los separadores debemos escribir

```
\begin{tabular}{|l|r|r|} \hline
& \multicolumn{2}{p{4.2cm}|}{\centering Distancia
    desde el Sol (km)} \\ \cline{2-3}
\multicolumn{1}{|p{1.9cm}|}{\centering Planeta} &
    \multicolumn{1}{c|}{Máxima} & \multicolumn{1}{c|}{Mínima} \\ \hline
Mercurio & 69400000 & 46800000 \\
.....

Plutón & 7346000000 & 4461000000 \\ \hline
\end{tabular}
```

con esto se imprime

Planeta	Distancia desde el Sol (km)	
	Máxima	Mínima
Mercurio	69400000	46800000
Venus	109000000	107600000
Tierra	152600000	147400000
Marte	249200000	207300000
Júpiter	817400000	741600000
Saturno	1512000000	1346000000
Urano	3011000000	2740000000
Neptuno	4543000000	4466000000
Plutón	7346000000	4461000000

Como ejercicio describir —aparte de los separadores— las modificaciones que se le hicieron al código anterior.

1.14.2. Paquete longtable

El entorno `tabular` tiene el inconveniente que los cuadros que genera deben ocupar una página y no pueden ser *divididas*, por tal motivo tenemos el paquete `longtable`, con éste se generaron los cuadros de la página 54 a la 58; se trabaja como en `tabular` solamente que ahora el ambiente es `longtable`, por ejemplo el código del Cuadro 2.2 es

```
\begin{longtable}{|c|c|c|c|c|}
\caption{Superíndices y subíndices}\label{t:div}\hline
Comando & Produce & Comando & Produce & \hline \endfirsthead
\hline
Comando & Produce & Comando & Produce & \hline \endhead
\hline \endfoot
\verb"a^m a^n = a^{m+n}" & $a^m a^n = a^{m+n}$ &
\verb"a^{m^n}" & $a^{m^n}$ & \\\[3pt]
.....

\verb"\sqrt{m+1}\sqrt[n]{a}" & $\sqrt{m+1}\sqrt[n]{a}$ &
\verb"\sqrt{a+b}" & $\sqrt{a+b}$ & \\\[3pt]
\hline
\end{longtable}
```

Consideremos la tabla 1.3, en donde se ha declarado el separador “×” entre la 2.^a y 3.^{er}, 4.^a y 5.^a, 7.^a y 8.^a columnas respectivamente; el código es el siguiente

```
\begin{tabular}{|l|r @{${\times}$}l|l|r @{${\times}$}l r @{${\times}$}l|}
\hline
\texttt{letterpaper} & 11 & 8.5 in & \texttt{a4paper} & &
29.7 & 21 cm & (11.693 & 8.268 in) & \\\
\texttt{legalpaper} & 14 & 8.5 in & \texttt{a5paper} & &
21 & 14.8 cm & (8.268 & 5.827 in) & \\\
\texttt{executivepaper} & 10.5 & 7.25 in & & &
\texttt{b5paper} & 25 & 17.6 cm & (9.843 & 6.929 in) & \\\
\hline
\end{tabular}
```

1.14.3. Entorno tabbing

En cambio en el entorno `tabbing` no se puede introducir caracteres en modo matemático y trazar rectas verticales u horizontales. Se utiliza `\>` para indicar el cambio de columna y `\&` como en el caso anterior; en el primer renglón se usan los comandos `\=` para indicar el cambio de columna y `\kill` para indicar el cambio de renglón e indica que esta fila no se imprime, estos comandos combinados sirven para indicar a L^AT_EX la longitud específica de cada una de las columnas en medidas de caracteres.

Nombre	Carrera	Carné
Eva Braun	Fotografía	98 14 88

Leni Riefenstahl	Artes Escénicas	99 10 29
Hanna Reitsch	Piloto de pruebas	99 36 38

```
\begin{tabbing}
  Leni RiefenstahlXX \= Artes EscenicasXXX \= Carnexxxx \kill
  Nombre \> Carrera \> \textsf{Carn\`a'e} \\\
  Eva Braun \> Fotograf\`a'ia \> 98\,14\,88 \\\
  Leni Riefenstahl \> Artes Esc\`a'enicas \> 99\,10\,29 \\\
  Hanna Reitsch \> Piloto de pruebas \> 99\,36\,38
\end{tabbing}
```

Nota. Se utiliza `\a'` para las tildes, si no se está utilizando el paquete `inputenc` con la opción `latin1`.

1.15. Citas textuales y versos

En L^AT_EX existen dos entornos para hacer *citas textuales* de otros autores dentro de nuestro documento:

- `quote` para una cita de un párrafo (al cual no sangra); y
- `quotation` para una cita de más de un párrafo (sangra cada uno de ellos).

Por ejemplo el siguiente código da la cita que aparece en la página 61.

```
\begin{quote}
  \textit{Alicia empezaba a cansarse de estar sentada en la orilla
  al lado de su hermana sin tener algo que hacer; una vez o dos se
  había asomado al libro que su hermana estaba leyendo, pero no
  tenía ni diálogos ni ilustraciones, "<y ¿para qué sirve un libro
  ~---pensó Alicia--- sin ilustraciones ni diálogos?">}.}

  \begin{flushright}
    \textsf{Alicia en el País de las Maravillas}\\
    \textsc{Lewis Carroll}
  \end{flushright}
\end{quote}
```

Para escribir poemas se usa el entorno `verse`, de esta manera por ejemplo obtenemos

Canto XLV

Ezra Pound

Con *Usura*

Con usura no hay hombre que tenga
casa de buena piedra,

con sillares tallados y ajustados
a fin de que el diseño pueda cubrir su
faz,

con usura
no hay quien tenga un paraíso
pintado en el muro de su iglesia
harpes et lutes
o donde reciba la virgen el mensaje
y desde la incisión proyecte un halo,
con usura
no hay quien vea a Gonzaga, sus
herederos y sus concubinas
ningún cuadro está hecho para
perdurar
ni para vivir con él,
sino para venderse, venderse con
premura
con usura, pecado contra natura,
tu pan siempre será de harapos
rancios
seco será tu pan como papel,
sin trigo de montaña, harina fuerte
con usura la línea se hace tosca
con usura no hay límites precisos
y no hay hombre que encuentre lugar
para vivir.
Sin piedra está el tallador
sin hilo el tejedor.
CON USURA
no llega al mercado la lana
no aportan las ovejas ganancias con
usura.
La usura es una peste, la usura

mella la aguja en la mano de la
doncella
y detiene la destreza de la hilandera.
Pietro Lombardo
no llegó por la usura
Duccio no llegó por la usura
ni Pier della Francesca; Zuan Bellin
no por usura
ni fue «La Calumnia» pintada.
No vino por usura Angélico; no vino
Ambrogio Praedis,
ni catedral alguna de piedra pulida
firmada: *Adamo me fecit*.
No por usura San Trofimo
no por usura San Hilario,
la usura oxida el cincel
enmohece el arte y el artesano
roe el hilo en el telar,
ninguna aprende a bordar oro en su
bastidor;
el azur tiene un cáncer por la usura;
el tejido carmesí está sin bordar
la esmeralda no encuentra su
Henling.
La usura asesina al niño en el vientre
frena el cortejo del muchacho
trae parálisis al lecho,
yace entre recién casado y desposada.
CONTRA NATURAM
Han traído rameras para Eleusis
cadáveres se aprestan al banquete
por orden de la usura.

Con este entorno experimentar con los comandos `\newline`, `\\` y *espacio vertical* para ver su efectos en el resultado final.

Nota. Se hizo uso del paquete `multicol` para escribir una parte de texto en dos o más columnas, a través del entorno

```
\begin{multicols}{#}
.....
\end{multicols}
```

en donde # denota el número de columnas. Asimismo, el paquete `babel` con la opción `spanish` carga el entorno `quoting` con el siguiente efecto

El Peregrino de la Gran Ansia

Hölderlin

« Los hijos de la Edad Dorada vagan ahora lejos,
por la tierra de los padres, olvidados de los Días del Destino.
»En algún otro lado.
»¿Y ningún anhelo puede hacerles ya volver?
»¿Nunca les verán mis ojos?
»¡Ay! ¿Nunca os encontrará por los mil senderos de la tierra
verdeante el que os busca, figuras iguales a los Dioses?
»¿Y entendí yo, por ventura, vuestro lenguaje, vuestra leyenda,
tan sólo para que mi alma buscara vuestras sombras?
»Quiero acercarme a vosotros, allá donde crecen todavía vuestros bosques,
donde esconde entre nubes su cima solitaria el Monte Sagrado.
»Allí quiero ir, y, cuando reluciendo en la sombra de la Encina,
encuéntreme la Fuente del Origen.
»¡Oh, vosotros durmientes!
»¡Oh, sombras sagradas!
»¡Con vosotros quiero vivir...! »

Como ejercicio experimentar con la combinación

```
\begin{verse}
  \begin{quoting}
    . . . . .
  \end{quoting}
\end{verse}
```

1.16. Referencias y bibliografía

Para hacer referencias y citas bibliográficas debemos introducir una bibliografía en nuestro documento, se utilizan el entorno `thebibliography`

```
\begin{thebibliography}{9}
\bibitem{ivo:2005} Carlos Ivorra Castillo. \textit{Preparaci'on de
Textos con \LaTeX.} \texttt{http://www.uv.es/~ivorra/Latex/latex.htm}
(2005).

\bibitem{oeti:2005} Tobias Oetiker y otros. \textit{The Not So Short
Introduction to \LaTeXe.} Comprehensive \TeX{} Archive Network (CTAN),
2005.

\bibitem{tesis} Raquel Montenegro. \textit{Especificaciones Formales
para el Trabajo de Graduaci'on.} Oficina de Ling'uística, Facultad
```

de Ingeniería, USAC, 2004.
`\end{thebibliography}`

Se utiliza la variable `tonta` 9 para indicar que utilizaremos menos de diez entradas en nuestra bibliografía, si utilizamos 99 le indicamos a \LaTeX que estamos usando menos de 100 entradas y así sucesivamente; esto se hace para dejar el espacio horizontal adecuado a partir del margen izquierdo, antes de imprimir la enumeración correspondiente a la entrada bibliográfica, ejercicio comprobar el anterior ejemplo cambiando la variable `tonta` y comparar las salidas.

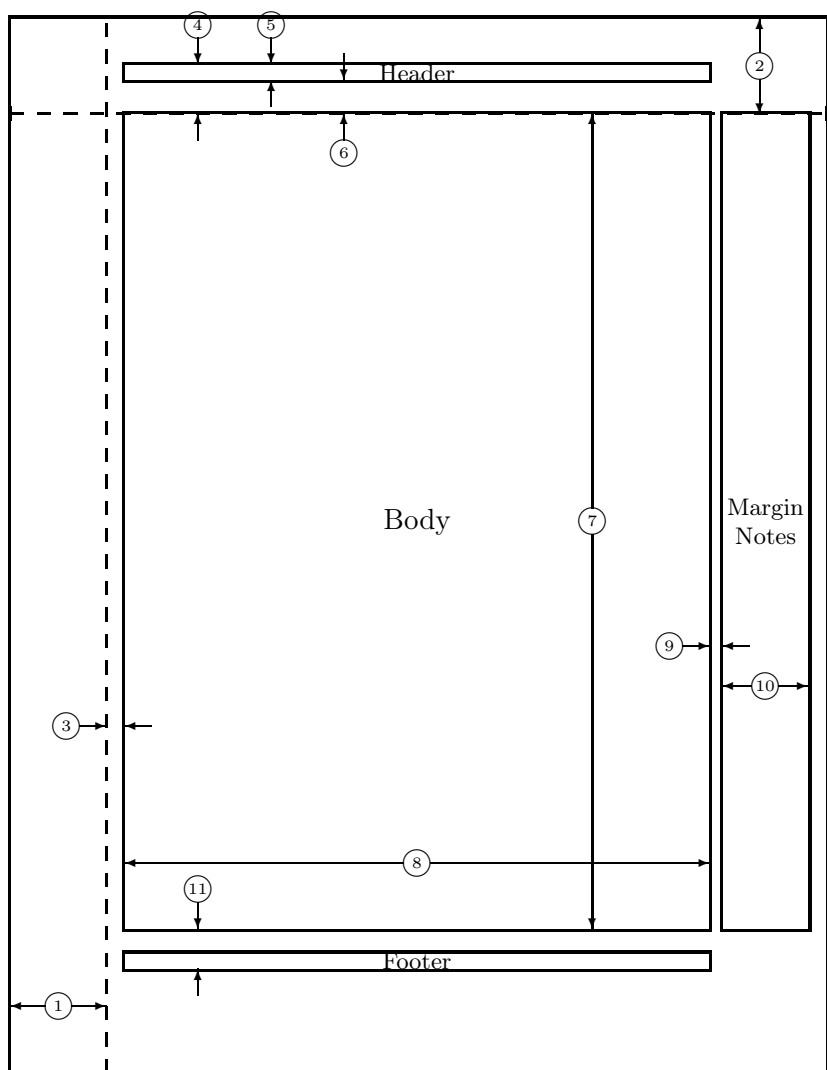
El comando `\bibitem{...}` se utiliza para dar la etiqueta correspondiente a cada una de las entradas en la bibliografía, se recomienda formarla con el *apellido del autor* y el *año de la publicación* unidos por *dos puntos*, pero se puede utilizar cualquier combinación de símbolos como en cualquier etiqueta. Para hacer la referencia a una publicación utilizamos el comando `\cite{...}`, por ejemplo el manual [20] contiene lo esencial para empezar a trabajar con \LaTeX 2 ϵ .

Cuando se utiliza la clase `article` con el paquete `babel` y la opción `spanish` se imprime **Referencias**, en cambio en la clase `book` y `report` se imprime **Bibliografía**. En general, cuando se genera la tabla de contenidos la bibliografía no aparece en ella, por lo que se debe de adjuntar con `\addcontentsline{toc}{chapter}{Bibliografía}` cuando estamos en `book`, recordar que en `article` se debe escribir `{section}{Referencias}`.

Se acostumbra que los *E-mails* y las direcciones en la *internet* se escriben en `typewriter` y no se cortan al final de un renglón, pero esto da como salida algo no muy agradable, además hace que \LaTeX de una advertencia de un error en la compilación. Por tal motivo, en el preámbulo se establece que se utilizarán los paquetes `url` y/o `breakurl` el cual hace que las direcciones se corten al final del renglón —como en [9]— y utilice la fuente adecuada o la que se nos ocurra.

En general, el formato que aparece en el ejemplo es el utilizado en los artículos a publicar en revistas internacionales, título de la publicación en *cursivas*, el resto del texto en romanas rectas y la clasificación de otros artículos en **negritas**.

En cambio, para el «trabajo de graduación» en la Facultad de Ingeniería, USAC, todo va en letras rectas y el título de la publicación en **negritas**, para más información consultar [18, Montenegro p. 24], esta cita se hace con el comando `\cite[Montenegro p.~24]{tesis}`. Para conseguir el formato que se pide se debe utilizar el paquete `natbib`, consultar [5, 12], texto fuente `\cite{daly,tugin}`. Además, existe el programa `BIBTEX` para generar bibliografías a partir de un fichero general del cual sólo toma las citas que se hacen en nuestro documento, para ampliar [12, p. 33].



1	one inch + \hoffset	2	one inch + \voffset
3	\oddsidemargin = 14pt	4	\topmargin = -37pt
5	\headheight = 12pt	6	\headsep = 25pt
7	\textheight = 614pt	8	\textwidth = 440pt
9	\marginparsep = 10pt	10	\marginparwidth = 65pt
11	\footskip = 30pt		\marginparpush = 5pt (not shown)
	\hoffset = 0pt		\voffset = 0pt
	\paperwidth = 614pt		\paperheight = 794pt

Escritura matemática

2.1. Fórmulas matemáticas

Donald Knuth creó T_EX en un inicio para escribir fórmulas matemáticas agradables dentro del texto, de esto L^AT_EX hereda todas las capacidades de T_EX y de su conjunto de tipos; algunas veces se necesita alguna interfaces, pero el paquete **amsmath** nos ahorra el trabajo, para ampliar ver sección 2.6.

De la sección 1.12 sabemos que toda expresión matemática cuando se compone en T_EX, por ejemplo $a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma = c^2$ se imprime en tipo de letra *itálica*, y que el efecto de que esté en la línea de texto o en una línea aparte y centrada, depende si utilizamos los delimitadores `$...$`, `\(...\)`, `\begin{math} ... \end{math}` en el primer caso; y en el segundo usamos `$$...$$`, `\[...\]`, `\begin{displaymath} ... \end{displaymath}`, recordar que los símbolos de dólar únicamente son válidos en T_EX y en L^AT_EX todas las expresiones son utilizables. En L^AT_EX 2_ε no utilizar `$$...$$` pues no asigna de manera eficiente los espacios verticales.

2.2. Espacios

Tomar en cuenta que `$a+b=c$` da el mismo resultado que `$a + b = c$`, pues en ambos casos se imprime $a + b = c$. Si se desean espacios extra entre los símbolos, se deben utilizar los comandos de espacio: `_`, `\quad`, `\qquad`, `\,`, `\:`, `\;`, `\!`. El último comando reduce la distancia, mientras que los otros la aumentan.

En el caso de escribir integrales, el uso de los espacios es importante, por ejemplo

$$\int_a^b f(x)dx \quad \int_a^b f(x) \, dx \quad \int_a^b f(x) \, dx$$

se obtienen con los siguientes comandos `$\int_a^b f(x)dx$`, `$\int_a^b \! f(x) \, dx$` y `$\int_a^b \! f(x) _ dx$` respectivamente, por lo que se debe tener cuidado al momento de alterar los espacios estándar que produce T_EX para así mantener la armonía entre los símbolos.

Cuadro 2.1: Espacios

Comando	Resultado
<code>\rightarrow\leftarrow</code>	$\rightarrow\leftarrow$
<code>\rightarrow_\leftarrow</code>	$\rightarrow \leftarrow$
<code>\rightarrow__\leftarrow</code>	$\rightarrow \quad \leftarrow$
<code>\rightarrow___\leftarrow</code>	$\rightarrow \quad \leftarrow$
<code>\rightarrow\quad\leftarrow</code>	$\rightarrow \quad \leftarrow$
<code>\rightarrow\qquad\leftarrow</code>	$\rightarrow \qquad \leftarrow$
<code>\rightarrow\,\leftarrow</code>	$\rightarrow\leftarrow$
<code>\rightarrow\:\leftarrow</code>	$\rightarrow\leftarrow$
<code>\rightarrow\;\leftarrow</code>	$\rightarrow\leftarrow$
<code>\rightarrow\!\leftarrow</code>	$\rightarrow\!\!\leftarrow$
<code>\rightarrow\! \!\leftarrow</code>	$\rightarrow\! \!\leftarrow$
<code>\rightarrow\! \! \!\leftarrow</code>	$\rightarrow\! \! \!\leftarrow$
<code>\rightarrow\! \! \! \!\leftarrow</code>	$\rightarrow\! \! \! \!\leftarrow$

El texto dentro del modo matemático¹ se consigue con el comando `\mbox{...}` o con `\text{...}`, por ejemplo entre $\{f : A \rightarrow B | f \text{ continua}\}$ y $\{f : A \rightarrow B \mid f \text{ continua}\}$ ¿cuál es la diferencia entre cada uno? Éstos se obtienen a partir de

```

 $\{f : A \text{to } B | f \text{ \text{continua}}\}$  % incorrecto
 $\{f : A \text{colon } B \mid f \text{ \text{continua}}\}$  % correcto

```

En el caso de enumerar los elementos de un conjunto, no se utiliza el espacio `\`, y de esta forma tenemos $\{a, e, i, o, u\}$ se consigue con `$\{\mathrm{a,e,i,o,u}\}$` .

2.3. Superíndices y subíndices

En la escritura de fórmulas en algún momento se necesitará usar subíndices, como es el caso de las *sumatorias* o *productorias*, o los superíndices como es el caso del *análisis tensorial*. Estos son fáciles de obtener con T_EX teniendo el cuidado respectivo de especificar cada uno de ellos.

Cuadro 2.2: Superíndices y subíndices

Comando	Produce	Comando	Produce
<code>a^m a^n = a^{m+n}</code>	$a^m a^n = a^{m+n}$	<code>a^{m^n}</code>	a^{m^n}
<code>(a^m)^n = a^{mn}</code>	$(a^m)^n = a^{mn}$	<code>a^{mn}</code>	a^{mn}
<code>(ab)^n = a^n b^n</code>	$(ab)^n = a^n b^n$	<code>a^{m+n}</code>	a^{m+n}
<code>a_i</code>	a_i	<code>a_i^j</code>	a_i^j
<code>a_{ij}</code>	a_{ij}	<code>a^j_{ij}</code>	a^j_{ij}

¹En el argot del T_EX se tienen dos modos: *texto* cuando se escribe en ausencia de símbolos matemáticos, y *matemático* cuando se ingresan símbolos matemáticos.

Comando	Produce	Comando	Produce
<code>a_{ij}</code>	a_{ij}	<code>a^{i_j}</code>	a^{i_j}
<code>a_{i_j}</code>	a_{i_j}	<code>a_{i^j}</code>	a_{i^j}
<code>{a_i}^j</code>	a_i^j	<code>{a^j}_i</code>	a^j_i
<code>\cos^2 x</code>	$\cos^2 x$	<code>\log_e x</code>	$\log_e x$
<code>(\sen x)^2</code>	$(\sen x)^2$	<code>\sqrt[3]{2}</code>	$\sqrt[3]{2}$
<code>\sqrt[m+1]{\sqrt[n]{a}}</code>	$\sqrt[m+1]{\sqrt[n]{a}}$	<code>\sqrt{a+b}</code>	$\sqrt{a+b}$

Con los operadores se generan efectos distintos, por ejemplo con

`\ln\prod_{i=1}^n a_i = \sum_{i=1}^n \ln a_i`

tenemos por *default*: en la línea de texto $\ln \prod_{i=1}^n a_i = \sum_{i=1}^n \ln a_i$ y en una línea aparte

$$\ln \prod_{i=1}^n a_i = \sum_{i=1}^n \ln a_i$$

para intercambiar utilizamos los comandos `\limits` y `\nolimits` seguido del operador, de esta forma `\prod\limits_{i=1}^n a_i` da $\prod_{i=1}^n a_i$, y con `\[\sum\nolimits_{i=1}^n a_i\]` genera

$$\sum_{i=1}^n a_i.$$

Asimismo, el teorema de Green

$$\iint_S \left(\frac{\partial N}{\partial x} - \frac{\partial M}{\partial y} \right) dA = \oint_C M dx + N dy$$

se consigue con

`\[\iint\limits_S\!\!\! \left(\frac{\partial N}{\partial x} - \frac{\partial M}{\partial y}\right)\,dA = \oint_C\! M\,dx + N\,dy\]`

al eliminar `\limits` obtenemos

$$\iint_S \left(\frac{\partial N}{\partial x} - \frac{\partial M}{\partial y} \right) dA$$

en la línea de texto al escribir `\int\limits_a^b\!\!\varphi(s)\,ds` tenemos $\int_a^b \varphi(s) ds$.

El comando `\idotsint` es equivalente a `\int\cdots\int`, y su efecto es

$$\int \cdots \int f(x_1, \dots, x_n) dx_n \dots dx_1.$$

Además se tienen los comandos `\iint`, `\iiint` e `\iiiiint` para las integrales dobles, triples y cuádruples respectivamente, sobre un conjunto cualquiera, como en el teorema de Green. En los demás casos se debe utilizar combinaciones de `\int` con sus respectivas cotas, por ejemplo

$$\text{Volumen} = \iint_R f(x, y) dA = \int_0^1 \int_{\pi/2}^{\pi} r \sen \theta d\theta dr.$$

2.4. Conjunto de tipos en matemáticas

En modo matemático también se puede cambiar el conjunto de tipos y la forma de los mismos. En el siguiente cuadro recordar que los comandos se escriben en el entorno² matemático.

Cuadro 2.3: Conjunto de tipos *modo matemático*

Estilo	Comando	Resultado	Paquete requerido
<i>itálica</i>	<code>\mathit{ABC abc 123 +}</code>	<i>ABCabc123+</i>	
romana	<code>\mathrm{ABC abc 123 +}</code>	ABCabc123+	
negrita 1	<code>\mathbf{ABC abc 123 +}</code>	ABCabc123+	
negrita 2	<code>\boldsymbol{ABC abc 123 +}</code>	ABCabc123+	
paloseco	<code>\mathsf{ABC abc 123 +}</code>	ABCabc123+	
máquina	<code>\mathtt{ABC abc 123 +}</code>	ABCabc123+	
caligráfica	<code>\mathcal{ABC abc 123 +}</code>	<i>ABC</i> — ∞∈∃+	
normal	<code>\mathnormal{ABC abc 123 +}</code>	ABCabc123+	
cursiva	<code>\mathscr{ABC abc 123 +}</code>	<i>A B C</i> +	<code>mathrsfs</code>
gótica	<code>\mathfrak{ABC abc 123 +}</code>	<i>A B C</i> abc123+	<code>amsfonts</code> o <code>amssymb</code>
pizarra 1	<code>\mathbb{ABC abc 123 +}</code>	<i>A B C</i> — ∞∈∃+	<code>amsfonts</code> o <code>amssymb</code>
pizarra 2	<code>\mathds{ABC abc 123 +}</code>	ABC A 1+	<code>dsfont</code>

En modo texto se tiene la declaración `\boldmath` con el mismo efecto de `\boldsymbol`, por ejemplo `{\boldmath $ABC abc 123 +$}` imprime **ABCabc123+**. En textos científicos, muchos símbolos se componen con tipos rectos (upright) lo cual ayuda a identificar el contexto que representan. La *Organización de Normas Internacionales* (ISO, por sus siglas en inglés) estableció reglas para el conjunto de tipos ha utilizar en símbolos matemáticos, algunas de ellas son

1. Variables simples se representan con tipos en *itálicas*: *a*, *x*.
2. Vectores se escriben con *itálicas en negritas*: ***a***, ***x***. Las letras que representan a las matrices pueden componerse con tipos **sans serif** como en **A**, **X**.
3. Las funciones matemáticas estándar se deben escribir en correcto español con tipos romanos, por lo cual se debe utilizar *sen* en lugar de *sin*; asimismo, debemos utilizar las tildes cuando sean abreviaturas de palabras que las utilizan, como *lím* (*límite*), *mín* (*mínimo*), *mcd* (*máximo común divisor*).
4. Los números, los números especiales *e*, *i*, π y la “d” en las integrales se compone en romanas, por ejemplo *dx*.
5. Los elementos químicos, por ejemplo *Ne*, *O*, *Cu*, y los nombres de **partículas elementales**, por ejemplo *p*, *K*, *q*, *H*.

²Remitirse al apartado 2.1.

6. Unidades de medida se componen en romana, por ejemplo g, cm, s, keV. Notar que las constantes físicas se componen en *itálicas*, por lo cual, unidades que involucran constantes son mixtas, así tenemos GeV/ c donde c es la velocidad de la luz.
7. Los *números elzevirianos* 0123456789 debemos evitarlos ya que pueden reducir legibilidad.

para más detalles consultar [2].

Como un ejemplo tenemos el siguiente cuadro

Cuadro 2.4: Símbolos, variables y constantes

Romana	<i>Itálica</i>
A amperio (unidad eléctrica)	A número atómico (variable)
e electrón (partícula)	e carga eléctrica (constante)
g gluon (partícula)	g aceleración de la gravedad (constante)
l litro (unidad de volumen)	l longitud (variable)
m metro (unidad de longitud)	m masa (variable)
p protón (partícula)	p momentum (variable)
q quark (partícula)	q carga eléctrica (variable)
V voltio (unidad eléctrica)	V volumen (variable)
Z bosón (partícula)	Z carga atómica (variable)

2.5. Teoremas y demostraciones

Los **documentos matemáticos** se caracterizan por tener apartados especiales como lo son: *definiciones*, *axiomas*, *postulados*, *proposiciones*, *lemas*, *teoremas*, *corolarios*, *notas* y *observaciones*, los cuales sirven para establecer la estructura lógica entre cada uno de los enunciados matemáticos que se establecen, esto viene desde los tiempos de Euclides y sus *Elementos*.

Para este fin L^AT_EX tiene el comando `\newtheorem` para definir los entornos necesarios para cada uno de éstos, lo cual hace a través de dos argumentos, el primero es el nombre del entorno y el segundo es el nombre que se imprimirá. Por ejemplo declarando en el preámbulo `\newtheorem{teorema}{Teorema}` y escribir

```
\begin{teorema}
  Hay infinitos números primos.
\end{teorema}
```

obtenemos

Teorema 1. *Hay infinitos números primos.*

En este caso, la numeración la hace en forma correlativa en todo el documento, si se quiere que aparezca el número de sección o capítulo y enumere con respecto a éste, declaramos por ejemplo `\newtheorem{teorema}{Teorema}[section]` y tenemos

Teorema 2.5.1. *Hay infinitos números primos.*

Estamos en la sección 2.5.

Dado que existe una jerarquía entre las enunciados, por ejemplo los corolarios son consecuencia directa de un teorema, por lo cual se deben enumerar con respecto a éste. Por ejemplo:

Teorema 2.5.2. *La suma de los ángulos internos de un triángulo suman 180° .*

Como inmediata consecuencia tenemos el

Corolario 2.5.2.1. *La suma de los ángulos internos de un cuadrilátero suman 360° .*

La referencia se hace con respecto al Teorema 2.5.2.

Esto se hace con declarar `\newtheorem{corolario}{Corolario}[teorema]`, en cambio si se escribe `\newtheorem{corolario}[teorema]{Corolario}` la numeración es correlativa con respecto a los teoremas —después de `\newtheorem{teorema}{Teorema}[section]`—, en cambio `\newtheorem{corolario}{Corolario}` enumera en forma independiente de otros entornos de este tipo. Comparar los siguientes ejemplos:

Corolario 2.5.3. *La suma de los ángulos internos de un cuadrilátero suman 360° .*

Le sigue al Teorema 2.5.2.

Corolario 1. *La suma de los ángulos internos de un cuadrilátero suman 360° .*

Reinicia la numeración.

El comando `\setcounter` —ver página 13— es compatible con este tipo de entornos, por ejemplo al declarar `\setcounter{teorema}{5}` genera

Teorema 6. *Hay infinitos números primos.*

Si queremos hacer referencia al descubridor³ o a su *nombre común*, por ejemplo:

³Primer matemático que lo enunció y/o demostró.

```
\begin{teorema}[Euclides]
  Hay infinitos números primos.
\end{teorema}
```

produce lo siguiente

Teorema 2 (Euclides). *Hay infinitos números primos.*

2.5.1. Paquete **amsthm**

Dado que el comando `\newtheorem` asigna el mismo formato a todos los entornos que define: **nombre_número en negrita** y el *enunciado en itálica*. La \mathcal{AMS} estableció normas para la composición de éstos en el paquete **amsthm**. Se pueden tener teoremas no numerados al utilizar la versión estrellada, por ejemplo para

Teorema de Cauchy. *Sean $G \subset \mathbb{C}$ una región con frontera Γ , f una función analítica sobre G y Γ . Si f' continua sobre G entonces*

$$\oint_{\Gamma} f(z) dz = 0.$$

se definió en el preámbulo `\newtheorem*{TCh}{Teorema de Cauchy}`.

En este caso tenemos el comando `\theoremstyle` con posibles argumentos: **plain** (por *default*), **definition** y **remark**.

Cuadro 2.5: Tipos de *teoremas*

Estilo	Tipo
plain	Teorema, Lema, Corolario, Proposición, Conjetura, Criterio, Algoritmo
definition	Definición, Axioma, Condición, Problema, Ejemplo
remark	Comentario, Nota, Sumario, Reconocimientos, Caso, Conclusión, Notación

En los ejemplos anteriores aparece **nombre_número**, en algunos casos se necesita que sea en orden inverso: **número_nombre**, esto se consigue con el comando `\swapnumbers` escrito antes de las llamadas a `\newtheorem` que serán afectados. Por ejemplo:

```
\theoremstyle{plain}% default
\newtheorem{thm}{Teorema}[section]
\newtheorem{lem}[thm]{Lema}
\newtheorem*{KL}{Lema de Klein}

\swapnumbers
```

```

\theoremstyle{definition}
\newtheorem{defn}{Definición}[section]
\newtheorem{conj}{Conjetura}
\newtheorem{exmp}{Ejemplo}[section]
\theoremstyle{remark}
\newtheorem*{rem}{Comentario}
\newtheorem{note}{Nota}

```

El paquete `amsthm` provee el comando `\newtheoremstyle` para la creación de estilos personalizados de teoremas, este utiliza nueve parámetros como lo muestra el siguiente ejemplo:

```

\newtheoremstyle{note}%  nombre
{3pt}%                  espacio por arriba
{3pt}%                  espacio por abajo
{\slshape}%             fuente del enunciado, usar declaraciones
{4ex}%                  longitud del sangrado, vacío = no sangrado, \parindent
                        = sangrado normal del párrafo
{\ttfamily}%            fuente de la cabecera del teorema, usar declaraciones
{:}%                    puntuación posterior a la cabecera del teorema
{.5em}%                 espacio posterior a la cabecera del teorema, { } = espacio
                        normal entre palabras, \newline = corte de línea
{}%                      aspecto de la cabecera del teorema (se puede dejar vacío,
                        considerándose el estilo 'normal')

```

Luego se hace la llamada `\theoremstyle{note}` para hacer las nuevas definiciones de los entornos. Como ejercicio definir un estilo de teorema que genere lo siguiente

AXIOMA 2.
Todo observable físico le corresponde un operador autoadjunto no acotado densamente definido sobre un espacio de Hilbert.

Para trabajar con el último parámetro del comando `\newtheoremstyle` necesita las declaraciones: `#1`, `#2` y `#3` para el nombre, número y nota del teorema; con esto se diseña el aspecto personalizado de la cabecera en la forma genérica:

```
{comandos#1comandos#2comandos#3}
```

así, por ejemplo `{#1 (\mdseries #3)}` genera un entorno no numerado, al faltar `#2`, y la nota la imprime utilizando `\mdseries`, es importante definir los espacios que se quieren dejar, en nuestro ejemplo tenemos `#1\lq`.

Si se tienen dificultades con generar el aspecto deseado, existen respectivamente los comandos: `\thmname`, `\thmnumber` y `\thmnote`. Éstos se hacen necesarios, ya que el comando `\swapnumbers` no funciona y cuando se hace una anotación adicional al teorema como en Teorema 2, la nota no se compone en el mismo tipo de fuente correspondiente a la cabecera del teorema. Se tiene la estructura genérica

```
{\thmname{comandos#1}%
\thmnumber{comandos#2}%
\thmnote{comandos#3}}
```

Cada uno de estos comando imprime sus argumentos si y sólo si sus correspondientes argumentos no están vacíos. Se deja al lector hacer pruebas para ver los efectos que se obtienen.

Todo teorema —proposición, lema y corolario— debe ser demostrado, para esto existe el entorno `proof` el cual imprime un símbolo QED al final del entorno, por *default* usa un símbolo de Halmos \square el cual puede ser modificado con `\renewcommand\qedsymbol`; asimismo, como en los teoremas podemos declarar notas aclaratorias, por ejemplo con

```
\begin{proof}[Demostración del teorema de Euclides]
Por contradicción ...
\end{proof}
```

y `\renewcommand\qedsymbol{\diamond}` tenemos

Demostración del teorema de Euclides. Por contradicción ... \diamond

Cuando la demostración termine en una ecuación y para evitar que se imprima una línea en blanco, como en el siguiente ejemplo:

Demostración. ...

$$G(t) = L\gamma!t^{-\gamma} + t^{-\delta}\eta(t)$$

\blacksquare

utilizar `\qedhere` en el código

```
\begin{proof}
\dots
\begin{displaymath}
G(t)=L\gamma!t^{-\gamma}+t^{-\delta}\eta(t) \quad \qedhere
\end{displaymath}
\end{proof}
```

Demostración. ...

$$G(t) = L\gamma!t^{-\gamma} + t^{-\delta}\eta(t)$$

\blacksquare

2.6. Presentación de ecuaciones

Conocemos las declaraciones tradicionales de $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ y $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ para mostrar ecuaciones desde la sección 2.1. En el caso de tener ecuaciones en un renglón aparte, algunas veces es necesario hacer referencia a ellas por lo cual se les debe asociar algo para identificarlas, la etiqueta a utilizar en este caso es un *número*.

`equation`

$$\|\xi\|_{X''} := \sup_{f \in X', \|f\|_{X'}=1} |\langle \xi f \rangle_{X'', X'}|, \quad f \in X'. \quad (2.1)$$

`equation*`

$$\|Jx\| = \sup_{\|f\|_{X'}=1} |\langle Jx, f \rangle| = \sup_{\|f\|_{X'}=1} |\langle f, x \rangle| = \|x\|.$$

`eqnarray`

$$\begin{array}{lcl} \frac{AB}{\text{sen } ADB} & = & \frac{BD}{\text{sen } BAD} \\ \frac{AB}{BD} & = & \frac{\text{sen } BAD}{\text{sen } ADB} \end{array} \quad (2.2)$$

Para el anterior conjunto de ecuaciones tenemos el código

```
\begin{eqnarray}
\frac{AB}{\text{sen } ADB} \&=& \frac{BD}{\text{sen } BAD} \\\
\frac{AB}{BD} \&=& \frac{\text{sen } BAD}{\text{sen } ADB} \nonumber
\end{eqnarray}
```

Para una variedad de opciones de presentación de hacemos uso del paquete **amsmath**, el cual tiene las opciones: **leqno** numeración a la izquierda, **reqno** numeración a la derecha. Con los siguientes entornos, para más detalles consultar [1]

<code>equation</code>	<code>equation*</code>	<code>eqnarray</code>	<code>eqnarray*</code>
<code>gather</code>	<code>gather*</code>	<code>multline</code>	<code>multline*</code>
<code>align</code>	<code>align*</code>	<code>alignat</code>	<code>alignat*</code>
<code>split</code>	<code>falign</code>	<code>falign*</code>	

Podemos establecer un tipo de numeración propio para nuestras ecuaciones, a través del comando `\tag`

`gather`

$$\text{sen}(a + b) = \text{sen } a \cos b + \text{sen } b \cos a, \quad (\text{S})$$

$$\cos(a + b) = \cos a \cos b - \text{sen } a \text{sen } b, \quad (\text{C})$$

$$\tan(a + b) = \frac{\tan a + \tan b}{1 - \tan a \tan b}. \quad (*)$$

esto es posible a partir del código siguiente

```
\begin{gather}
\sen(a+b)= \sen a \cos b + \sen b \cos a, \tag{S}\label{s:senos}\\
\cos(a+b)= \cos a \cos b - \sen a \sen b, \tag{C}\label{s:cosenos}\\
\tan(a+b)= \frac{\tan a +\tan b}{1-\tan a \tan b}. \tag{*}
\end{gather}
```

equation* y split

$$\begin{aligned} \int_X f^p d\mu = \int_X \psi \phi d\mu &\leq \left(\int_X \psi^\pi d\mu \right)^{1/\pi} \left(\int_X \phi^\varpi d\mu \right)^{1/\varpi} \\ &= \left(\int_X fg d\mu \right)^p \left(\int_X g^q d\mu \right)^{1/\varpi} \end{aligned}$$

por consiguiente

$$\begin{aligned} \left(\int_X f^p d\mu \right) \left(\int_X g^q d\mu \right)^{-1/\varpi} &\leq \left(\int_X fg d\mu \right)^p \\ \left(\int_X f^p d\mu \right)^{1/p} \left(\int_X g^q d\mu \right)^{-1/(p\varpi)} &\leq \int_X fg d\mu \end{aligned}$$

el texto fuente es

```
\begin{equation*}
\begin{split}
\int_X f^p d\mu = \int_X \psi \phi d\mu \leq & \left( \int_X \psi^\pi d\mu \right)^{1/\pi} \\
\left( \int_X \phi^\varpi d\mu \right)^{1/\varpi} & \\
= & \left( \int_X fg d\mu \right)^p \\
\left( \int_X g^q d\mu \right)^{1/\varpi} & \\
\intertext{por consiguiente} & \\
\left( \int_X f^p d\mu \right) \left( \int_X g^q d\mu \right)^{-1/\varpi} & \leq \left( \int_X fg d\mu \right)^p \\
\left( \int_X f^p d\mu \right)^{1/p} \left( \int_X g^q d\mu \right)^{-1/(p\varpi)} & \leq \int_X fg d\mu
\end{split}
\end{equation*}
```


align*

Compare las siguientes ecuaciones

$$\cos^2 x + \sin^2 x = 1$$

$$\cosh^2 x - \sinh^2 x = 1$$

$$\cos^2 x - \sin^2 x = \cos 2x$$

$$\cosh^2 x + \sinh^2 x = \cosh 2x$$

El paquete **amsmath** proporciona las variantes **gathered**, **aligned** y **alignedat** para dar la siguiente distribución de espacio vertical para texto entre ecuaciones.

equation* y **aligned**

Compare las siguientes ecuaciones

$$\cos^2 x + \sin^2 x = 1$$

$$\cosh^2 x - \sinh^2 x = 1$$

$$\cos^2 x - \sin^2 x = \cos 2x$$

y

$$\cosh^2 x + \sinh^2 x = \cosh 2x$$

Los códigos respectivos son

Compare las siguientes ecuaciones

```
\begin{align*}
```

```
\cos^2x+\sen^2x &= 1 & \cosh^2x-\sinh^2x &= 1\\
```

```
\cos^2x-\sen^2x &= \cos 2x & \cosh^2x+\sinh^2x &= \cosh 2x
```

```
\end{align*}
```

Compare las siguientes ecuaciones

```
\begin{equation*}
```

```
\begin{aligned}
```

```
\cos^2x+\sen^2x &= 1\\
```

```
\cos^2x-\sen^2x &= \cos 2x
```

```
\end{aligned}
```

```
\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad
```

```
\begin{aligned}
```

```
\cosh^2x-\sinh^2x &= 1\\
```

```
\cosh^2x+\sinh^2x &= \cosh 2x
```

```
\end{aligned}
```

```
\end{equation*}
```

Al hacer referencia a la *fórmula del seno de la suma de ángulos*, al utilizar `\ref` tenemos S, en cambio el paquete **amsmath** da el comando `\eqref`, y al referirnos a la *fórmula del coseno de la suma de ángulos* se obtiene (C).

2.7. Matrices y determinantes

Para generar matrices y determinantes en modo matemático, se debe implementar el paquete **amsmath**. Se tienen varios entornos, los cuales se escriben entre los delimitadores del modo matemático, para obtener matrices

1. `\begin{matrix} ... \end{matrix}` arreglo sin delimitadores.
2. `\begin{pmatrix} ... \end{pmatrix}` arreglo entre paréntesis.
3. `\begin{bmatrix} ... \end{bmatrix}` arreglo entre corchetes.
4. `\begin{vmatrix} ... \end{vmatrix}` arreglo entre barras verticales simples.
5. `\begin{Vmatrix} ... \end{Vmatrix}` arreglo entre barras verticales dobles.
6. `\begin{Bmatrix} ... \end{Bmatrix}` arreglo entre llaves.

La siguiente matriz de 2×3

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & \pi \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix}$$

se obtiene con

```
\[ \mathsf{A} = \begin{pmatrix}
  2 & 3 & \pi \\
  0 & -1 & 1 \end{pmatrix} \]
```

para separar las columnas se utiliza `&` y el cambio de fila se indica con `\\`. No es necesario llenar todas las entradas.

Por ejemplo la matriz $\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}$ tiene determinante

$$\begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix} = ad - bc.$$

Practicar con los entornos restantes.

Una fila de puntos se genera con el comando `\hdotsfor[...]{...}` en donde al argumento entre corchetes es opcional y sirve para especificar el espacio entre los puntos, y el otro indica el número de columnas que llenarán con puntos. Por ejemplo:

$$A = (a_{ij}) = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

se genera con las instrucciones

```
\[ \mathsf{A} = (a_{ij}) = \begin{pmatrix}
a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\
a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\
\hdotsfor{3} \\
a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn}
\end{pmatrix} \]
```

comparar utilizando `\hdotsfor{4}` y otros valores. Como ejercicio escribir el código para

$$I_n = (\delta_{ij}) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Como los anteriores entornos no cambian el tamaño de la matriz cuando está en la *línea de escritura*, existe el entorno `smallmatrix` el cual es adecuado en estas situaciones, pero el arreglo carece de delimitadores, pero esto se resuelve con los comandos `\left` y `\right`. Por ejemplo a la matriz $\begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \end{pmatrix}$ no se le puede definir un determinante $|\begin{smallmatrix} a & b & c \\ d & e & f \end{smallmatrix}|$. Las instrucciones son:

Por ejemplo a la matriz `\(\left(\begin{smallmatrix} a & b & c \\ d & e & f \end{smallmatrix}\right)\)` no se le puede definir un determinante `\(\left|\begin{smallmatrix} a & b & c \\ d & e & f \end{smallmatrix}\right|\)`.

Algunas veces deseamos escribir símbolos asociados a filas y columnas en una matriz, como en el caso de la siguiente matriz de transición para una cadena de Markov

$$\tau = \begin{matrix} & \begin{matrix} E_1 & E_2 & E_3 & E_4 & E_5 & E_6 \end{matrix} \\ \begin{matrix} E_1 \\ E_2 \\ E_3 \\ E_4 \\ E_5 \\ E_6 \end{matrix} & \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1/4 & 1/4 & 0 & 1/2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1/3 & 0 & 0 & 0 & 2/3 \end{pmatrix} \end{matrix}$$

lo cual se consigue con el comando `\bordermatrix` y para indicar el cambio de fila usar `\cr`, y así tenemos:

```
\tau = \bordermatrix{
& E_1 & E_2 & E_3 & E_4 & E_5 & E_6 \cr
E_1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \cr
E_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \cr
E_3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \cr
E_4 & 1/4 & 1/4 & 0 & 1/2 & 0 & 0 \cr
E_5 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \cr
E_6 & 0 & 1/3 & 0 & 0 & 0 & 2/3 }
```

Una matriz por bloques sencilla, a partir del código

```
\left(\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline
A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1N} \\ \hline
A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2N} \\ \hline
\vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hline
A_{M1} & A_{M2} & \dots & A_{MN} \\ \hline
\end{array}\right)
```

genera lo siguiente

$$(A_{IJ}) = \left(\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline A_{11} & A_{12} & \dots & A_{1N} \\ \hline A_{21} & A_{22} & \dots & A_{2N} \\ \hline \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \hline A_{M1} & A_{M2} & \dots & A_{MN} \\ \hline \end{array} \right)$$

Los *coeficientes binomiales* se obtienen de dos formas: a partir de una matriz 2×1 o con el comando⁴ `\binom{...}{...}`, por ejemplo con este último se genera

$$(a+b)^n = \sum_{i=0}^n \binom{n}{i} a^{n-i} b^i.$$

2.8. Tamaño de los delimitadores

Los delimitadores que utiliza \LaTeX más comunes son `(, [, \{, |, \|` con sus respectivos cierres `),], \}, |, \|`, pero algunas veces no ajusta el tamaño con respecto al contenido, por ejemplo

$$\cosh^2 x = \left(\frac{e^x + e^{-x}}{2} \right)^2$$

esto se corrige utilizando los comandos `\left` y `\right` así

```
\[ \cosh^2 x = \left( \frac{\mathrm{e}^x + \mathrm{e}^{-x}}{2} \right)^2 \]
```

lo que genera

$$\cosh^2 x = \left(\frac{e^x + e^{-x}}{2} \right)^2$$

por otro lado

$$\Pr(A|B) \begin{cases} = \Pr(A) \\ < \Pr(A) \\ > \Pr(A) \end{cases}$$

se consigue con

⁴Implementar el paquete `amsmath`, consultar [1].

```
\[\Pr(A|B) \left\{
\begin{matrix} = \Pr(A) \\
< \Pr(A) \\
> \Pr(A) \end{matrix} \right.
\end{matrix}\right. \]
```

notar que `\right.` se utiliza para indicarle a \LaTeX el lugar en donde termina el contenido que encierra la llave izquierda, y con respecto a éste debe calcular el tamaño del delimitador a imprimir.

Esto es importante cuando queremos hacer $f(t)|_{t=2}$ o también

$$\left. \frac{\partial x(t,s)}{\partial t} \right|_{t=0,s=\alpha}$$

el primer caso lo obtenemos con `$f(t)|_{t=2}$` o por `$\left. f(t) \right|_{t=2}$` y el segundo

```
\[\left. \frac{\partial x(t,s)}{\partial t} \right|_{t=0,s=\alpha} \]
```

Algunas veces \LaTeX no da el valor adecuado para el delimitador, por ejemplo:

```
\[(x+y)^2-(x-y)^2 = \left((x+y)+(x-y)\right) \left((x+y)-(x-y)\right)
= 4xy\]
```

imprime

$$(x+y)^2 - (x-y)^2 = ((x+y) + (x-y))((x+y) - (x-y)) = 4xy.$$

Por lo cual se hace necesario asignar directamente el tamaño adecuado de los delimitadores con los comandos `\big`, `\Big`, `\bigg` y `\Bigg`. Modificando el ejemplo anterior tenemos

```
\[(x+y)^2-(x-y)^2 = \Big((x+y)+(x-y)\Big) \big((x+y)-(x-y)\big)
= 4xy.\]
```

lo que imprime

$$(x+y)^2 - (x-y)^2 = \left((x+y) + (x-y)\right)((x+y) - (x-y)) = 4xy.$$

¿Cuál comando es el adecuado `\big` o `\Big`? Respuesta: `\big`.

Cuando se combinan delimitadores y operadores grandes con límites, se debe evitar la siguiente situación

$$\left[\sum_{\nu=1}^n |x_{\nu} y_{\nu}| \right]^2 \leq \left[\sum_{\nu=1}^n |x_{\nu}| \right] \left[\sum_{\nu=1}^n |y_{\nu}| \right]$$

que se obtiene con

```
\[\left[ \sum_{\nu=1}^n |x_{\nu} y_{\nu}| \right]^2 \leq
\left[ \sum_{\nu=1}^n |x_{\nu}| \right] \left[ \sum_{\nu=1}^n
|y_{\nu}| \right] \]
```

los delimitadores no deben encerrar totalmente a los límites, sino dejar una parte de ellos afuera, así

$$\left[\sum_{\nu=1}^n |x_{\nu} y_{\nu}| \right]^2 \leq \left[\sum_{\nu=1}^n |x_{\nu}| \right] \left[\sum_{\nu=1}^n |y_{\nu}| \right]$$

en donde los comandos `\left` y `\right` se cambiaron por `\bigg`.
Ahora podemos escribir la desigualdad siguiente

$$250\mathcal{D}_{127,7}^{yn} + 802\mathcal{D}_{44,8}^{st} + 672\mathcal{D}_{99,9}^{st} + 100(\mathfrak{T}_{84,8}^{tn} + \mathfrak{T}_{16,9}^{tn}) + 782.8\mathcal{E}_{617,9}^{rk} + 672\mathcal{J}_{74,9}^{ns} \leq \mathbb{G}_{1.5}^{ap} + \mathbb{N}_3^{me^2}.$$

2.9. Símbolos sobre o debajo

En topología se hace necesario para un conjunto A dar su clausura \overline{A} o su interior $\overset{\circ}{A}$, la primera se consigue con `\overline{A}`, pero la otra no tiene un comando específico. En cambio se tienen los comandos `\overset`, `\underset` y `\sideset` con los cuales se coloca un símbolo arriba o debajo de otro y el tercero coloca índices y superíndices a cada lado de un operador.

Por ejemplo `\overset{*}{C}` produce C^* , `\underset{\circ}{B}` genera B_{\circ} . En el tercer caso

$$+ \prod_{\nu}^*$$

se obtiene con `\sideset_{\infty}^*\prod`. Como ejercicio generar

$$\begin{matrix} & \hat{i} & \\ \gamma & \bigotimes & \beta \\ \hat{j} & & \hat{k} \\ & \alpha & \end{matrix}$$

Por otro lado $A \xleftarrow{n+\mu-1} B \xrightarrow[T]{n\pm i-1} C$ se consigue con los comandos `\xleftarrow` y `\xrightarrow`, la flecha hacia la izquierda se obtiene con `\xleftarrow{n+\mu-1}` y la otra con `\xrightarrow[T]{n\pm i-1}`.

2.10. Símbolos

Cuadro 2.6: Acentos Matemáticos

\hat{a}	<code>\hat{a}</code>	\check{a}	<code>\check{a}</code>	\breve{a}	<code>\breve{a}</code>	\acute{a}	<code>\acute{a}</code>
\grave{a}	<code>\grave{a}</code>	\tilde{a}	<code>\tilde{a}</code>	\bar{a}	<code>\bar{a}</code>	\vec{a}	<code>\vec{a}</code>
\dot{a}	<code>\dot{a}</code>	\ddot{a}	<code>\ddot{a}</code>	\dddot{a}	<code>\dddot{a}</code>	\ddddot{a}	<code>\ddddot{a}</code>
\mathring{a}	<code>\mathring{a}</code>						

Cuadro 2.7: Construcciones

\widetilde{abc}	<code>\widetilde{abc}</code>	\overleftarrow{abc}	<code>\overleftarrow{abc}</code>	\overline{abc}	<code>\overline{abc}</code>
\widehat{abc}	<code>\widehat{abc}</code>	\overrightarrow{abc}	<code>\overrightarrow{abc}</code>	\underline{abc}	<code>\underline{abc}</code>
\overbrace{abc}	<code>\overbrace{abc}</code>	\underbrace{abc}	<code>\underbrace{abc}</code>	$\frac{abc}{xyz}$	<code>\frac{abc}{xyz}</code>
\sqrt{abc}	<code>\sqrt{abc}</code>	$\sqrt[n]{abc}$	<code>\sqrt[n]{abc}</code>	f'	<code>f'</code>

Con la opción `spanish` del paquete **babel**, consultar [3], y en el preámbulo declarar:
`\renewcommand{\spanishoperators}{senh tgh cotg cosec mcd mcm}.`

Cuadro 2.8: Funciones Especiales en Español

sen	<code>\sen</code>	arc sen	<code>\arcsen</code>	tg	<code>\tg</code>	arc tg	<code>\arctg</code>
senh	<code>\senh</code>	tgh	<code>\tgh</code>	cotg	<code>\cotg</code>	cosec	<code>\cosec</code>
mcd	<code>\mcd</code>	mcm	<code>\mcm</code>				

Cuadro 2.9: Alfabeto Griego

α	<code>\alpha</code>	β	<code>\beta</code>	γ	<code>\gamma</code>	δ	<code>\delta</code>
ϵ	<code>\epsilon</code>	ε	<code>\varepsilon</code>	ζ	<code>\zeta</code>	η	<code>\eta</code>
θ	<code>\theta</code>	ϑ	<code>\vartheta</code>	ι	<code>\iota</code>	κ	<code>\kappa</code>
λ	<code>\lambda</code>	μ	<code>\mu</code>	ν	<code>\nu</code>	ξ	<code>\xi</code>
o	<code>o</code>	π	<code>\pi</code>	ϖ	<code>\varpi</code>	ρ	<code>\rho</code>
ϱ	<code>\varrho</code>	σ	<code>\sigma</code>	ς	<code>\varsigma</code>	τ	<code>\tau</code>
v	<code>\upsilon</code>	ϕ	<code>\phi</code>	φ	<code>\varphi</code>	χ	<code>\chi</code>
ψ	<code>\psi</code>	ω	<code>\omega</code>				
Γ	<code>\Gamma</code>	Δ	<code>\Delta</code>	Θ	<code>\Theta</code>	Λ	<code>\Lambda</code>
Ξ	<code>\Xi</code>	Π	<code>\Pi</code>	Σ	<code>\Sigma</code>	Υ	<code>\Upsilon</code>
Φ	<code>\Phi</code>	Ψ	<code>\Psi</code>	Ω	<code>\Omega</code>		

Para negar los siguientes símbolos, prefijar el comando `\not`.

Cuadro 2.10: Relaciones Binarias

$<$	<code><</code>	\leq	<code>\leq</code>	\prec	<code>\prec</code>	\preceq	<code>\preceq</code>
\ll	<code>\ll</code>	\subset	<code>\subset</code>	\subseteq	<code>\subseteq</code>	\sqsubseteq	<code>\sqsubseteq</code>
$>$	<code>></code>	\geq	<code>\geq</code>	\succ	<code>\succ</code>	\succeq	<code>\succeq</code>
\gg	<code>\gg</code>	\supset	<code>\supset</code>	\supseteq	<code>\supseteq</code>	\sqsupseteq	<code>\sqsupseteq</code>
\in	<code>\in</code>	\ni	<code>\ni</code>	\vdash	<code>\vdash</code>	\dashv	<code>\dashv</code>
\equiv	<code>\equiv</code>	\sim	<code>\sim</code>	\simeq	<code>\simeq</code>	\asymp	<code>\asymp</code>
\approx	<code>\approx</code>	\cong	<code>\cong</code>	\neq	<code>\neq</code>	\doteq	<code>\doteq</code>
\models	<code>\models</code>	\perp	<code>\perp</code>	\mid	<code>\mid</code>	\parallel	<code>\parallel</code>
\smile	<code>\smile</code>	\frown	<code>\frown</code>	\propto	<code>\propto</code>	\bowtie	<code>\bowtie</code>
$:$	<code>:</code>	$=$	<code>=</code>	\notin	<code>\notin</code>	\neq	<code>\neq</code>

\triangleleft	<code>\lhd⁵</code>	\triangleright	<code>\rhd</code>	\trianglelefteq	<code>\unlhd</code>	\trianglerighteq	<code>\unrhd</code>
\Join	<code>\Join</code>	\sqsubset	<code>\sqsubset</code>	\sqsupset	<code>\sqsupset</code>		

Cuadro 2.11: Funciones Especiales

arg	<code>\arg</code>	cos	<code>\cos</code>	cosh	<code>\cosh</code>	cot	<code>\cot</code>
coth	<code>\coth</code>	csc	<code>\csc</code>	deg	<code>\deg</code>	det	<code>\det</code>
dim	<code>\dim</code>	exp	<code>\exp</code>	gcd	<code>\gcd</code>	hom	<code>\hom</code>
inf	<code>\inf</code>	ker	<code>\ker</code>	lg	<code>\lg</code>	ln	<code>\ln</code>
log	<code>\log</code>	máx	<code>\max</code>	mín	<code>\min</code>	Pr	<code>\Pr</code>
sec	<code>\sec</code>	sin	<code>\sin</code>	sinh	<code>\sinh</code>	sup	<code>\sup</code>
tan	<code>\tan</code>	tanh	<code>\tanh</code>	arccos	<code>\arccos</code>	arcsin	<code>\arcsin</code>
arctan	<code>\arctan</code>	lím	<code>\lim</code>	lím inf	<code>\liminf</code>	lím sup	<code>\limsup</code>
mód	<code>\bmod</code>	(mód)	<code>\pmod</code>	mód	<code>\mod</code>		

Los siguientes símbolos se pueden usar en modo texto como en matemático.

Cuadro 2.12: Símbolos no Matemáticos

:	<code>:</code>	,	<code>,</code>	;	<code>;</code>	:	<code>:</code>
...	<code>\dots⁶</code>	«	<code>"<⁷</code>	»	<code>"></code>	✓	<code>\checkmark</code>
†	<code>\dag</code>	¶	<code>\P</code>	✠	<code>\maltese</code>	©	<code>\copyright</code>
‡	<code>\ddag</code>	§	<code>\S</code>	£	<code>\pounds</code>	®	<code>\textregistered</code>
%	<code>\%</code>	@	<code>@</code>	\$	<code>\\$</code>	™	<code>\texttrademark</code>
#	<code>\#</code>	€	<code>\euro⁸</code>	¥	<code>\yen</code>	...	<code>\dots, \ldots</code>

Cuadro 2.13: Operaciones Binarias

+	<code>+</code>	−	<code>-</code>	*	<code>*</code>	/	<code>/</code>
±	<code>\pm</code>	∓	<code>\mp</code>	×	<code>\times</code>	÷	<code>\div</code>
*	<code>\ast</code>	★	<code>\star</code>	◦	<code>\circ</code>	•	<code>\bullet</code>
·	<code>\cdot</code>	∩	<code>\cap</code>	∪	<code>\cup</code>	⊕	<code>\uplus</code>
⊐	<code>\sqcap</code>	⊑	<code>\sqcup</code>	∨	<code>\vee</code>	∧	<code>\wedge</code>
\	<code>\setminus</code>	ℓ	<code>\wr</code>	◇	<code>\diamond</code>	△	<code>\bigtriangleup</code>
⊕	<code>\oplus</code>	⊖	<code>\ominus</code>	⊗	<code>\otimes</code>	▽	<code>\bigtriangledown</code>
⊙	<code>\odot</code>	⊘	<code>\oslash</code>	∥	<code>\amalg</code>	◁	<code>\triangleleft</code>
◯	<code>\bigcirc</code>	†	<code>\dagger</code>	‡	<code>\ddagger</code>	▷	<code>\triangleright</code>

⁵Implementar uno de los paquetes `amssymb`, `amsfonts` o `latexsym`.

⁶Éste y los siguientes dos implementar `babel+spanish`.

⁷Comillas españolas.

⁸Implementar paquete `eurosym`.

Cuadro 2.14: Símbolos Varios

...	<code>\ldots</code>	...	<code>\cdots</code>	:	<code>\vdots</code>	...	<code>\ddots</code>
♭	<code>\flat</code>	♣	<code>\clubsuit</code>	ℵ	<code>\aleph</code>	ℏ	<code>\hbar</code>
♮	<code>\natural</code>	♦	<code>\diamondsuit</code>	ℓ	<code>\imath</code>	ℓ	<code>\jmath</code>
#	<code>\sharp</code>	♥	<code>\heartsuit</code>	ℓ	<code>\ell</code>	∅	<code>\wp</code>
	<code>\lvert</code>	♠	<code>\spadesuit</code>	ℜ	<code>\Re</code>	ℑ	<code>\Im</code>
′	<code>\prime</code>	∅	<code>\emptyset</code>	∠	<code>\angle</code>	∞	<code>\infty</code>
∂	<code>\partial</code>	∇	<code>\nabla</code>	△	<code>\triangle</code>	∀	<code>\forall</code>
∃	<code>\exists</code>	¬	<code>\neg, \lnot</code>	√	<code>\surd</code>	\	<code>\backslash</code>
⊤	<code>\top</code>	⊥	<code>\bot</code>	◇	<code>\diamond</code>	:	<code>\colon</code>
.	<code>\ldotp</code>	.	<code>\cdotp</code>				
◇	<code>\Diamond</code> ⁹	℧	<code>\mho</code>	□	<code>\Box</code>		

Cuadro 2.15: Delimitadores

(<code>(</code>		<code> , \vert</code>	⌊	<code>\lfloor</code>	⌋	<code>\rfloor</code>
)	<code>)</code>		<code> , \Vert</code>	⌈	<code>\lceil</code>	⌉	<code>\rceil</code>
[<code>[, \lbrack</code>	⟨	<code>\langle</code>	↑	<code>\uparrow</code>	↗	<code>\Uparrow</code>
]	<code>], \rbrack</code>	⟩	<code>\rangle</code>	↓	<code>\downarrow</code>	↘	<code>\Downarrow</code>
{	<code>\{, \lbrace</code>	/	<code>/</code>	↕	<code>\updownarrow</code>	↕	<code>\Updownarrow</code>
}	<code>\}, \rbrace</code>	\	<code>\backslash</code>	.	(dual, vacío)		
⎵	<code>\lmoustache</code>	⎶	<code>\rmoustache</code>	{	<code>\lgroup</code>	}	<code>\rgroup</code>
	<code>\arrowvert</code>		<code>\Arrowvert</code>	,	<code>\bracevert</code>		

Cuadro 2.16: Operadores Grandes

∑	<code>\sum</code>	∏	<code>\prod</code>	∏	<code>\coprod</code>	∫	<code>\int</code>
∫	<code>\oint</code>	⋂	<code>\bigcap</code>	⋃	<code>\bigcup</code>	⊔	<code>\bigsqcup</code>
∨	<code>\bigvee</code>	∧	<code>\bigwedge</code>	⊙	<code>\bigodot</code>	⊗	<code>\bigotimes</code>
⊕	<code>\bigoplus</code>	⊕	<code>\biguplus</code>				

Cuadro 2.17: Flechas

←	<code>\leftarrow, \gets</code>	←	<code>\longleftarrow</code>	↑	<code>\uparrow</code>
→	<code>\rightarrow, \to</code>	→	<code>\longrightarrow</code>	↓	<code>\downarrow</code>
↔	<code>\leftrightarrow</code>	↔	<code>\longleftrightarrow</code>	↕	<code>\updownarrow</code>
⇐	<code>\Leftarrow</code>	⇐	<code>\Longleftarrow</code>	↗	<code>\Uparrow</code>
⇒	<code>\Rightarrow</code>	⇒	<code>\Longrightarrow</code>	↘	<code>\Downarrow</code>
⇔	<code>\Leftrightarrow</code>	⇔	<code>\Longleftrightarrow</code>	↕	<code>\Updownarrow</code>
↦	<code>\mapsto</code>	↦	<code>\longmapsto</code>	↗	<code>\nearrow</code>

⁹Implementar uno de los paquetes `amssymb`, `amsfonts` o `latexsym`.

\hookleftarrow	<code>\hookleftarrow</code>	\hookrightarrow	<code>\hookrightarrow</code>	\searrow	<code>\searrow</code>
\leftharpoonup	<code>\leftharpoonup</code>	\rightharpoonup	<code>\rightharpoonup</code>	\swarrow	<code>\swarrow</code>
\leftharpoondown	<code>\leftharpoondown</code>	\rightharpoondown	<code>\rightharpoondown</code>	\nwarrow	<code>\nwarrow</code>
\rightleftharpoons	<code>\rightleftharpoons</code>	\iff	<code>\iff</code> (mayores espacios)	\leadsto	<code>\leadsto</code>

Cuadro 2.18: Delimitadores Grandes

$\bigl\{$	<code>\big\lrmoustache</code>	$\bigl($	<code>\big\lgroup</code>	$ $	<code>\big\arrowvert</code>
$\bigl\}$	<code>\big\rmoustache</code>	$\bigr)$	<code>\big\rgroup</code>	$\ $	<code>\big\Arrowvert</code>
$ $	<code>\big\bracevert</code>				

Cuadro 2.19: Letras griegas y hebreas \mathcal{AMS}

\digamma	<code>\digamma</code>	\varkappa	<code>\varkappa</code>
\beth ¹⁰	<code>\beth</code> ¹⁰	\gimel	<code>\gimel</code>
		\daleth	<code>\daleth</code>

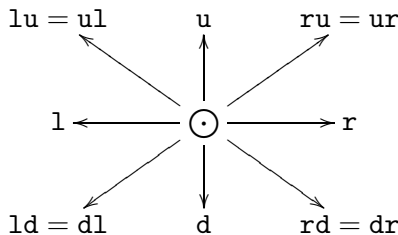
Cuadro 2.20: Delimitadores \mathcal{AMS}

\ulcorner	<code>\ulcorner</code>	\urcorner	<code>\urcorner</code>	\llcorner	<code>\llcorner</code>	\lrcorner	<code>\lrcorner</code>
\lvert	<code>\lvert</code>	\rvert	<code>\rvert</code>	$\ $	<code>\lVert</code>	$\ $	<code>\rVert</code>

Existen más símbolos dados por la *American Mathematical Society* (\mathcal{AMS}) a través del paquete **asmssym**, para más detalles consultar [12, 13, 20]. Si se quiere una lista de símbolos (y paquetes) completa consultar [21].

2.11. Diagramas conmutativos

En muchas áreas de la matemática es necesario elaborar cierto tipo de arreglos complicados entre conjuntos y aplicaciones, a éstos se les llama *diagramas conmutativos*. Estos se pueden construir a través del paquete **xy**¹¹ y la opción **all**, con el comando global `\xymatrix{...}` cuyo argumento es una matriz; en estos arreglos matriciales no es necesario llenar todas las entradas. El comando para las flechas es `\ar[...]` y el argumento da la dirección de la misma: **r** derecha, **l** izquierda, **d** abajo, **u** arriba.



¹⁰Implementar el paquete **amssymb**.

¹¹Por ejemplo **Xy-pic** versión 3.8.9.

Asimismo, cuando se escribe `\ar[rrd]` se obtiene una flecha con dirección dos unidades a la derecha y una hacia abajo, lo mismo para cualquier otro tipo de dirección; dependiendo de las necesidades, se pueden obtener distintos tipos de flechas con el comando `\ar@{...}` como en los siguientes ejemplos:

```
\[\xymatrix{ K[x] \\ \ar[r]^{\varphi_\alpha} \\ \ar[d]_{\pi} & K[\alpha] \\ K[x]/(p) & \ar@{-->}[ru]_{\phi} & }\]
```

$$\begin{array}{ccc} K[x] & \xrightarrow{\varphi_\alpha} & K[\alpha] \\ \pi \downarrow & \nearrow \phi & \\ K[x]/(p) & & \end{array}$$

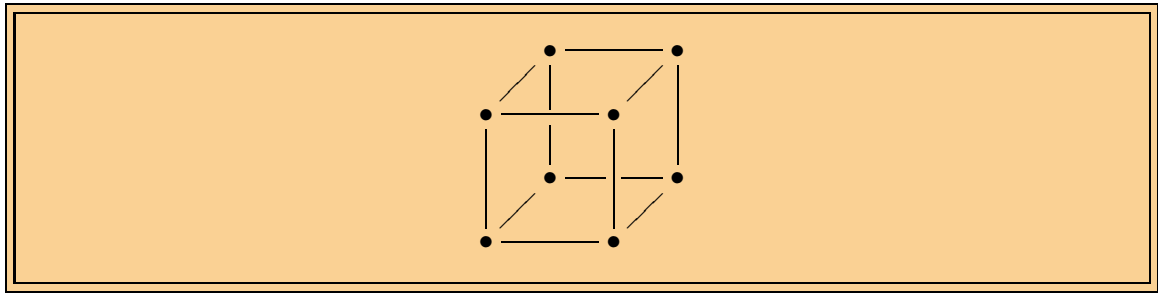
```
\[\xymatrix{ \ar@{}[dr]|\circlearrowright X \\ \ar[r]^f \\ \ar@{-->}[d]_{\pi_1} & & \\ Y \ar[d]_{\pi_2} & & \\ X/\mathcal{R}_1 \ar@{~>}[r]_{f^*} & & Y/\mathcal{R}_2 }\]
```

$$\begin{array}{ccc} X & \xrightarrow{f} & Y \\ \pi_1 \downarrow & \circlearrowright & \downarrow \pi_2 \\ X/\mathcal{R}_1 & \xrightarrow{f^*} & Y/\mathcal{R}_2 \end{array}$$

```
\[\xymatrix{ F \ar@{^{({}-->)}[dr] \ar@{^{({}-->)}[r] & \\ F_{\sigma} \ar@{^{({}-->)}[dr] \ar@{^{({}-->)}[r] & \\ F_{\sigma\delta} \ar@{^{({}-->)}[dr] \ar@{^{({}-->)}[r] & \\ F_{\sigma\delta\sigma} \ar@{^{({}-->)}[dr] \ar@{^{({}-->)}[r] & \\ \ar@{^{({}-->)}[r]|\{\,\,\cdots\,\,\} & \mathfrak{B} \\ G \ar@{^{({}-->)}[ur] \\ \ar@{^{({}-->)}[r] & G_{\delta} \ar@{^{({}-->)}[ur] \\ \ar@{^{({}-->)}[r] & G_{\delta\sigma} \ar@{^{({}-->)}[ur] \ar@{^{({}-->)}[r] \\ & G_{\delta\sigma\delta} \ar@{^{({}-->)}[ur] \\ & G_{\delta\sigma\delta\sigma} \ar@{^{({}-->)}[ur] \ar@{^{({}-->)}[r] \\ \ar@{^{({}-->)}[r]|\{\,\,\cdots\,\,\} & \mathfrak{B} }\]
```

$$\begin{array}{ccccccc} F & \xrightarrow{\quad} & F_{\sigma} & \xrightarrow{\quad} & F_{\sigma\delta} & \xrightarrow{\quad} & F_{\sigma\delta\sigma} \cdots \rightarrow \mathfrak{B} \\ & \searrow & \nearrow & \searrow & \nearrow & \searrow & \nearrow \\ G & \xrightarrow{\quad} & G_{\delta} & \xrightarrow{\quad} & G_{\delta\sigma} & \xrightarrow{\quad} & G_{\delta\sigma\delta} \cdots \rightarrow \mathfrak{B} \end{array}$$

También se pueden obtener arreglos que emulan estar en *tres dimensiones*, como el siguiente ejemplo:



para más detalles consultar [23].

Capítulo 3

Complementos

3.1. Imágenes

Alicia empezaba a cansarse de estar sentada en la orilla al lado de su hermana sin tener algo que hacer; una vez o dos se había asomado al libro que su hermana estaba leyendo, pero no tenía ni diálogos ni ilustraciones, «y ¿para qué sirve un libro —pensó Alicia— sin ilustraciones ni diálogos?».

Alicia en el País de las Maravillas
LEWIS CARROLL

En ocasiones el texto que escribimos no es suficiente para expresar nuestras ideas, por lo mismo nos valemos de imágenes, gráficas y esquemas (ver sección 2.11). En \LaTeX se ha creado el paquete **graphicx** para adjuntar ficheros de imágenes en nuestro documento, éste debe ser cargado en el preámbulo del documento.

Recordemos que existen en la actualidad los siguientes formatos ***.png**, ***.tif**, ***.bmp**, ***.jpg**, que se utilizan en la gran mayoría de las aplicaciones, pero también se tiene ***.pdf**, ***.eps** —Encapsulated PostScript— y el ***.mp** —METAPOST utilidad creada a partir de METAFONT, la cual genera una salida en PostScript, ver sección 3.5—. En \LaTeX se puede trabajar con todos, pero es recomendable el utilizar **mp** y **eps**, por razones de espacio y resolución.

Asimismo, debemos tomar en cuenta la ruta que seguimos para crear nuestro fichero final en PDF a partir de nuestro código en \TeX , pues esto influye en el tipo de ficheros de imágenes que podemos utilizar.

- ***.tex** \rightarrow ***.pdf**, se utiliza la aplicación $\text{PDF}\text{\LaTeX}$, la cual soporta los formatos ***.png**, ***.tif**, ***.bmp**, ***.jpg**, ***.mp** pero no ***.eps**.
- ***.tex** \rightarrow ***.dvi** \rightarrow ***.pdf**, en este caso se corre \LaTeX y **graphicx** con la opción **dvipdfm** para crear el fichero ***.dvi** y desde éste se genera el PDF con **dvipdfm.exe**. Con este procedimiento no hay problema con los ficheros EPS, pero con los otros formatos se le debe indicar a \LaTeX una característica en los ficheros (Encapsulated) PostScript como el «BoundingBox». Esto se hace al crear un archivo adjunto ***.bb** con la aplicación **ebb.exe** desde la consola, por ejemplo: `...>ebb myfile.jpg genera myfile.ebb`.

- `*.tex` \rightarrow `*.dvi` \rightarrow `*.ps` \rightarrow `*.pdf`, en este caso se corre \LaTeX y `graphicx` con la opción `dvips` para crear el fichero `*.dvi`, luego con `dvips.exe` se hace un archivo `*.ps`, el cual ya se puede imprimir en papel o generar un PDF a través de `gswin32c.exe`. Aquí se trabaja de manera similar a la anterior, el único que da problemas son las imágenes en PDF y la forma de asignar su `BoundingBox`.

El siguiente hiperboloide se creó con la utilidad *MATHEMATICA*¹ 5 y se guardó en un fichero EPS y a partir del mismo se puede crear un PDF,² la ventaja de estos ficheros es que ocupan menos espacio, mantienen resolución y las fuentes no son tratadas como imágenes. Los ficheros de imágenes deben estar en la misma carpeta que nuestro fichero \TeX .

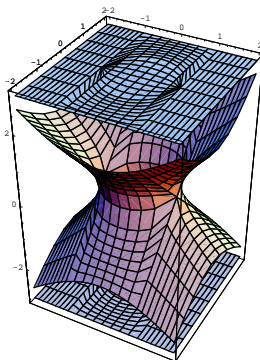


Figura 3.1: Fichero EPS

El comando para adjuntar es `\includegraphics[opciones]{myfile.ext}` con las opciones más importantes son las siguientes

height	Alto de la imagen en unidades reconocidas por \TeX .
width	Largo de la imagen en unidades reconocidas por \TeX .
scale	Factor de escala, <code>scale = 2</code> la duplica.
angle	Ángulo de rotación en sentido antihorario.
bb	Especifica los parámetros del <code>BoundingBox</code> , cuatro números.
viewpoint	Especifica la porción de la gráfica se verá, cuatro números.
trim	Hace un recorte de la gráfica, cuatro medidas.
clip	Le indica a \LaTeX que no debe mostrar una porción de la imagen.

El orden de ingresar los parámetros en `bb`, `trim` y `viewpoint` es: `l b r t`, es decir **izquierda abajo derecha arriba**. Por lo regular se incluyen dentro del entorno `figure`, con las opciones `t` hasta arriba de la página, `h` en el lugar más cerca posible de este punto, `b` hasta abajo de la página.

El comando `\caption{...}` sirve para generar el título de la imagen junto con su numeración correlativa, además sirve para construir la lista de figuras, también tiene el argumento para títulos alternativos, verificar la figura 3.1 y el correspondiente en la lista de figuras.

¹MATHEMATICA es marca registrada de Wolfram Research.

²El PDF lo generamos con la utilidad `epstopdf.exe` la cual viene con la distribución de \LaTeX .



Figura 3.2: Hypatia

```
\begin{figure}[ht]
  \centering
  \includegraphics{figura1}
  \caption{Hypatia}\label{hypatia:eps}
\end{figure}
```

Manipulemos ahora a la mascota del T_EX a partir del fichero PeTeX.eps



```
\begin{figure}[ht]
  \centering
  \includegraphics[scale=.85]{PeTeX}\[12pt]
  \includegraphics[trim=.9cm 2.7cm 2cm 0cm, clip, scale=1.5]{PeTeX} \quad
```

```

\includegraphics[trim=.9cm 2.7cm 2cm 0cm, clip, angle=45,
height=2cm, width=5cm]{PeTeX}\
\end{figure}

```

Con el entorno `picture` y una caja adecuada, a las imágenes se les puede agregar texto con las fuentes de L^AT_EX. Por ejemplo, la imagen hecha con CABRI GEOMETRYTM II *plus* (versión 1.2.3.4 TI-MS Windows),³ con una caja de 0×6 cm tenemos

```

\begin{figure}[ht]
\setlength{\unitlength}{1cm}      % asignación de la unidad de medida
\begin{picture}(0,6)              % dimensión del espacio reservado
\put(6,.2){$a$} \put(4.6,.7){$u$}
\put(5.6,.7){$B$} \put(.3,.7){$N$}
\put(3,.7){$D$} \put(10.8,.7){$P$}
\put(4.4,1.75){$h_0$} \put(5.5,1.75){$x$}
\put(5,2.7){$G:\mathrm{Baricentro}$} \put(.4,3.5){$h$}
\put(4.3,4.2){$y$} \put(3.05,5.9){$A$}
\end{picture}
\centering
\includegraphics[width=4.27in]{ejercicio02}\
\caption{Texto sobre una imagen}\label{f02}
\end{figure}

```

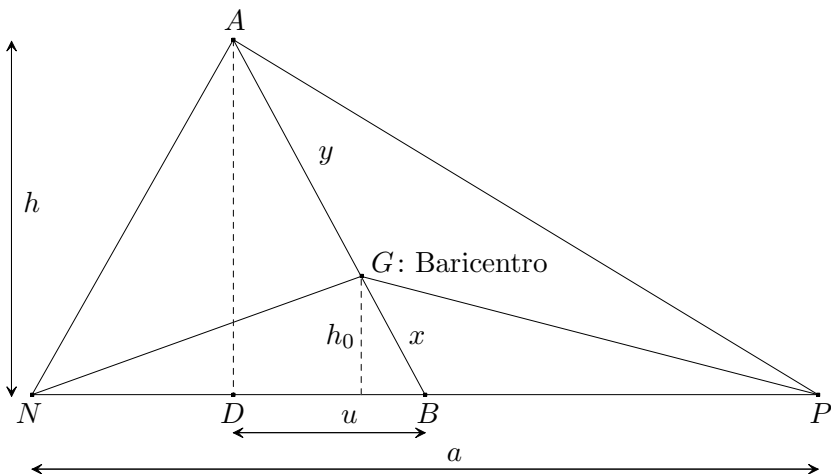


Figura 3.3: Texto sobre una imagen

Con la herramienta `\reflectbox{...}` podemos reflejar caracteres, $\mathfrak{A}\mathfrak{B}\mathfrak{C}\mathfrak{D}\mathfrak{A}$ se obtiene con `\reflectbox{AbCdEfG}`, como ejercicio construir el logotipo $\mathfrak{A}\mathfrak{B}\mathfrak{B}\mathfrak{A}$.

³Cabri Géomètre es una marca registrada de CABRILOG.

3.2. Macros y programación

Dado que $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ es un lenguaje de programación y $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ se basa en macros basados en él, con esto se obtiene una ventaja al poder definir subrutinas —*macros*— para satisfacer las necesidades propias de nuestro documento, facilitar la interacción de las bondades de $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ y ahorrar espacio al hacer operaciones repetidas a lo largo del fichero fuente y ficheros adjuntos.

Estas instrucciones se definen en el preámbulo del fichero $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ o en el caso de documentos extensos en un fichero aparte, por ejemplo `macros.tex`, el cual se le hace un llamado con la instrucción `\include{macros}` en el preámbulo del fichero principal.

Los *macros* son funciones sencillas para realizar una o varias operaciones que dan cierto estilo al texto o trozos de texto. Por sencillez podemos utilizar los comandos

- `\newcommand{nombre_comando}{operaciones}`
- `\DeclareMathOperator{nombre_operador}{nombre}`

Con el uso continuo del $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ van apareciendo otros comandos y la habilidad para utilizarlos de una manera eficiente; para iniciar tenemos los siguientes ejemplos.

Ejemplo 1. Cuando se quiere en documento la palabra $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ escribimos `\TeX`, lo mismo podemos hacer si se quiere escribir cierto trozo de texto con ciertas particularidades; si estamos redactando un documento acerca de teoría de la medida necesitamos hacer referencia a los σ -anillos, por lo cual podemos escribir en el preámbulo

```
\newcommand{\sani}{\${\sigma}\nobreakdash-anillo}
```

en donde `\nobreakdash` es un comando que indica que la palabra σ -anillo no se debe partir al final de un renglón a través del guión intermedio. El macro `\sani` tiene las mismas características que `\TeX` es decir, al escribir

En la teor\'ia de probabilidades el \sani de eventos se denota ...

produce

En la teoría de probabilidades el σ -anillo de eventos se denota ...

es decir, no deja un espacio en blanco después de su llamado, esto se corrige al escribir

En la teor\'ia de probabilidades el \sani\ de eventos se denota ...

Si desde un inicio definimos que deje el espacio en blanco no podríamos escribir de manera fácil «los σ -anillos,», la verificación se deja como ejercicio.

Ejemplo 2. Se quiere a la variable x en negrita recta con una flecha encima, se resuelve al escribir `\vec{\mathbf{x}}` lo cual da \vec{x} . Pero si esta variable aparece varias veces en el documento, se debe escribir este código en cada lugar en donde lo deseamos, lo cual puede resultar fastidioso.

La solución es definir el comando `\ngvecx` en el preámbulo, recordar **no asignar nombres** ya utilizados en la interface de \TeX , \LaTeX y de los paquetes que se utilicen.

```
\newcommand{\ngvecx}{\vec{\mathbf{x}}}
```

entonces al escribir `\ngvecx = (x_1,x_2,x_3)` obtenemos $\vec{x} = (x_1, x_2, x_3)$, ¿qué pasa si en la definición de `\ngvecx` utilizamos los signos de dólar `$. . . $`?

Ahora supongamos que no solamente la x tendrá este formato, sino también otras variables y, z, t, \dots , entonces la solución se obtiene con definir el comando `\ngvec` el cual tomará un argumento cualquiera a través de

```
\newcommand{\ngvec}[1]{\vec{\mathbf{#1}}}
```

en donde `[1]` indica que el comando tomará un argumento y `#1` representa a ese argumento. Así tenemos por ejemplo `\ngvec y`, `\ngvec z`, `\ngvec t` produce \vec{y} , \vec{z} , \vec{t} .

Ejemplo 3. Definir nombres de funciones como en el cuadro 2.11; esto se consigue con el comando `\DeclareMathOperator` al cargar `amsmath`. Con esto para definir el **soporte** de una función f , declaramos en el preámbulo

```
\DeclareMathOperator{\Supp}{Supp}
```

y así al escribir `\Supp f` obtenemos $\text{Supp } f$, de esta forma el nombre lo escribe en romana y deja el espacio correcto entre él y su argumento.

Ejemplo 4. Cuando se quiere hacer sumatorias y uniones con distintos tipos de argumentos podemos utilizar las funciones siguientes

```
\newcommand{\union}[4]{\bigcup_{{#2} = {#3}}^{#4} #1_{#2}}
\newcommand{\mas}[4]{\sum_{{#2} = {#3}}^{#4} #1_{#2}}
```

para generar

$$\bigcup_{i=0}^{\infty} A_i, \quad \bigcup_{p=25}^{101} B_p, \quad \sum_{\kappa=3}^{25} g_{\kappa}, \quad \sum_{\kappa=-1}^{+\infty} M_{\kappa}.$$

debemos escribir

```
\union A i 0 \infty, \quad \quad \quad
\union B p {25} {101}, \quad \quad \quad
\mas g \kappa 3 {25}, \quad \quad \quad
\mas M \kappa {-1} {+\infty}.
```

Con este tipo de funciones se debe tener cuidado con lo siguiente:

Tipo de argumentos Al escribir:

```
\[ \bigcup_{p=2}^{101} B_p \quad \text{mas } M_{\kappa-1} + \infty \]
```

se genera

$$\bigcup_{p=2}^5 B_p \quad \sum_{\kappa=-}^1 M_{\kappa} + \infty$$

¿Cuál es el error si se dividieron los cuatro argumentos en cada caso? El error está en el tipo de variables, al indicar que la función toma cuatro argumentos T_EX interpreta que debe tomar cuatro elementos individuales, por tal motivo las cadenas de símbolos que representan un argumento deben ser encerradas entre llaves {}.

Orden de los argumentos En ambos casos se escribe:

```
comando elemento_principal etiqueta limite_inferior limite_superior
```

lo cual da un resultado indeseado como al escribir

```
\[ \bigcup_{i=0}^{\infty} A_i \quad \text{mas } \{+\infty\}_{\kappa=M}^{-1} \]
```

se obtiene

$$\bigcup_{0=\infty}^A i_0 \quad \sum_{\kappa=M}^{-1} +\infty_{\kappa}.$$

Ejemplo 5. A lo largo de los presentes apuntes hay varias porciones de texto que están encerrados en recuadros dobles con un fondo en color, ver por ejemplo la página 14, lo cual se consigue anidado el comando `\framebox{...}` y `\fcolorbox{...}` y definiendo en forma conveniente sus dimensiones. Esto se puede sistematizar a partir de la declaración en el preámbulo

```
\newcommand{\recuadro}[1]{%
\begin{center}
\fcolorbox[rgb]{0,0,0}{0.98,0.82,0.58}{%
\framebox[.97\textwidth]{\parbox[0pt]{.94\textwidth}{%
#1}}}
\end{center}}
```

entonces podemos escribir

```
\recuadro{\begin{teorema}[Euclides]\label{euclides}
Hay infinitos números primos.
\end{teorema}}
```

cuya salida aparece en la página 44.

Ejemplo 6. Con el uso del paquete `color` podemos aplicar color al texto utilizando por ejemplo la codificación RGB⁴ con el comando `\textcolor[rgb]{#1,#2,#3}` en donde cada

⁴Red-Green-Blue — Rojo-Verde-Azul.

#j $\in [0, 1]$, $j = 1, 2, 3$. El siguiente código

```
\centering \LARGE
\textcolor[rgb]{0,0,0}{M}\textcolor[rgb]{1,1,1}{a}%
\textcolor[rgb]{.32,.32,.32}{r}\textcolor[rgb]{.48,.48,.48}{\`i}%
\textcolor[rgb]{.64,.34,.64}{a} %
\textcolor[rgb]{1,0,0}{B}\textcolor[rgb]{1,.5,.25}{e}%
\textcolor[rgb]{1,1,0}{r}\textcolor[rgb]{0,.59,0}{e}%
\textcolor[rgb]{0,0,1}{n}\textcolor[rgb]{0,.5,.75}{i}%
\textcolor[rgb]{.5,0,.25}{c}\textcolor[rgb]{1,0,.5}{e}.
```

produce la salida

María Berenice.

Nota. En el código anterior el comando `\centering` se utiliza en lugar del entorno `center` pues está dentro del macro `\recuadro`.

Ejemplo 7. El lector habrá notado que en la palabra TEX la letra E está un poco más abajo del renglón de las letras T y X, incluso la E y X están movidas un poco a la izquierda, esto fue lo que Knuth buscaba al inventar el T_EX según nos explica en [15]. Para esto tenemos los comandos

- `\hbox{...}` sirve para identificar una cadena de caracteres y los reconoce como un solo elemento.
- `\kern` toma una *medida* reconocida por T_EX y desplaza a un elemento sobre el renglón, una distancia igual hacia la derecha, si la medida es negativa lo desplaza a la izquierda.
- `\lower` toma una *medida* reconocida por T_EX y desplaza a un elemento de forma vertical con respecto al renglón, una distancia igual hacia abajo, si la medida es negativa lo mueve hacia arriba. **Precaución:** Este comando no funciona al inicio de un párrafo.

y esto es lo que diferencian al T_EX de los procesadores de texto comunes,

MARÍA BERENICE

se obtiene a partir de

```
\centering \Huge \scshape %
M\kern-.4ex\lower.3ex\hbox{a}\kern-.6ex\lower-.6ex\hbox{\Large R}%
\kern-.2ex\lower-.1ex\hbox{i}\kern-.4ex\lower.2ex\hbox{A}
B\kern-.28ex\lower-.35ex\hbox{e}\kern-.35ex\lower.55ex\hbox{R}%
\kern-.4ex\lower-.6ex\hbox{\Large E}\kern-.35ex\lower-.25ex\hbox{N}%
\kern-.38ex\hbox{i}\kern-.25ex\lower.2ex\hbox{C}%
\kern-1.2ex\lower-.15ex\hbox{\LARGE e} %
```

Como ejercicio escribir el código para la siguiente salida

L^a Facultad de Ingeniería de la UsAc.

3.3. Paquete PSTricks y asociados

PSTricks es una colección de macros de T_EX basado en PostScript, compatible con plain T_EX, L^AT_EX y ConT_EXt; PSTricks le da color a sus gráficos, hace rotaciones, crea árboles y cubiertas. ¡PSTricks pone la guinda (PostScript) en su pastel (T_EX)!

Para instalar PSTricks, siga las instrucciones en el archivo `read-me.pst` que viene con el paquete `pstricks`. Aun cuando PSTricks ya esté instalado, no es malo dar una mirada.

Los ficheros con el macro principal está en `pstricks.tex/pstricks.sty`. Cada uno de los ficheros con los macros de PSTricks tienen extensión `*.tex` y `*.sty` —éstos son equivalentes— pero la extensión `*.sty` hace que puedan ser incluirlos como un paquete normal de L^AT_EX. Para más detalles consultar [25].

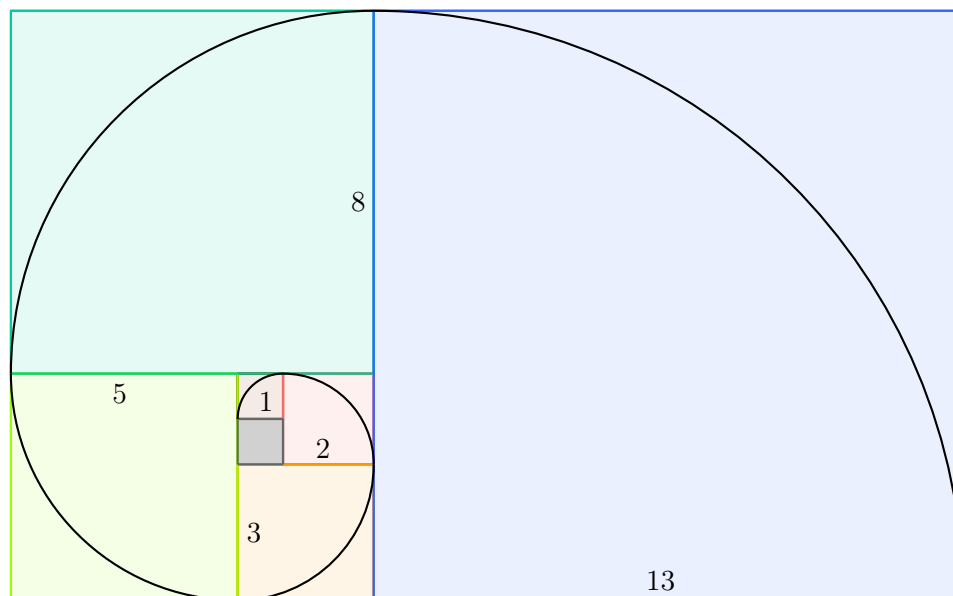


Figura 3.4: Aproximación a la espiral logarítmica.

```
\newrgbcolor{wwwww}{0.4 0.4 0.4}
\newrgbcolor{zzttqq}{0.6 0.2 0}
\newrgbcolor{ffwww}{1 0.4 0.4}
\newrgbcolor{ffzzqq}{1 0.6 0}
\newrgbcolor{zzffqq}{0.6 1 0}
\newrgbcolor{qqcczz}{0 0.8 0.6}
\newrgbcolor{ttwwff}{0.2 0.4 1}
```

```

\psset{xunit=0.6cm, yunit=0.6cm, algebraic=true, dotstyle=*,
dotsize=3pt, linewidth=0.8pt, arrowsize=3pt, arrowinset=0.25}

\begin{figure}[ht]
\centering
\begin{pspicture*}(-5.134,-3.13)(16.081,10.135)
\pspolygon[linecolor=wwwww,fillcolor=wwwww,fillstyle=solid,opacity=0.3]%
(0,0)(1,0)(1,1)(0,1)
\pspolygon[linecolor=zzttqq,fillcolor=zzttqq,fillstyle=solid,opacity=0.1]%
(0,1)(1,1)(1,2)(0,2)
\pspolygon[linecolor=ffwww,fillcolor=ffwww,fillstyle=solid,opacity=0.1]%
(1,0)(3,0)(3,2)(1,2)
\pspolygon[linecolor=ffzzqq,fillcolor=ffzzqq,fillstyle=solid,opacity=0.1]%
(0,-3)(3,-3)(3,0)(0,0)
\pspolygon[linecolor=zzffqq,fillcolor=zzffqq,fillstyle=solid,opacity=0.1]%
(-5,-3)(0,-3)(0,2)(-5,2)
\pspolygon[linecolor=qqcczz,fillcolor=qqcczz,fillstyle=solid,opacity=0.1]%
(-5,2)(3,2)(3,10)(-5,10)
\pspolygon[linecolor=ttwfff,fillcolor=ttwfff,fillstyle=solid,opacity=0.1]%
(3,-3)(16,-3)(16,10)(3,10)

\psline[linecolor=zzttqq](0,1)(1,1)
\psline[linecolor=zzttqq](1,1)(1,2)
\psline[linecolor=zzttqq](1,2)(0,2)
\psline[linecolor=zzttqq](0,2)(0,1)
\psline[linecolor=ffwww](1,0)(3,0)
\psline[linecolor=ffwww](3,0)(3,2)
\psline[linecolor=ffwww](3,2)(1,2)
\psline[linecolor=ffwww](1,2)(1,0)
\psline[linecolor=ffzzqq](0,-3)(3,-3)
\psline[linecolor=ffzzqq](3,-3)(3,0)
\psline[linecolor=ffzzqq](3,0)(0,0)
\psline[linecolor=ffzzqq](0,0)(0,-3)
\psline[linecolor=zzffqq](-5,-3)(0,-3)
\psline[linecolor=zzffqq](0,-3)(0,2)
\psline[linecolor=zzffqq](0,2)(-5,2)
\psline[linecolor=zzffqq](-5,2)(-5,-3)
\psline[linecolor=qqcczz](-5,2)(3,2)
\psline[linecolor=qqcczz](3,2)(3,10)
\psline[linecolor=qqcczz](3,10)(-5,10)
\psline[linecolor=qqcczz](-5,10)(-5,2)
\psline[linecolor=ttwfff](3,-3)(16,-3)
\psline[linecolor=ttwfff](16,-3)(16,10)
\psline[linecolor=ttwfff](16,10)(3,10)
\psline[linecolor=ttwfff](3,10)(3,-3)

```

```

\psline[linecolor=wwwww] (0,0) (1,0)
\psline[linecolor=wwwww] (1,0) (1,1)
\psline[linecolor=wwwww] (1,1) (0,1)
\psline[linecolor=wwwww] (0,1) (0,0)

\psarc(1,1){0.6}{90}{180}
\psarc(1,0){1.2}{0}{90}
\psarc(0,0){1.8}{270}{0}
\psarc(0,2){3}{180}{270}
\psarc(3,2){4.8}{89.83}{180}
\psarc(3,-3){7.8}{0}{89.895}

\rput[tl](0.467,1.6){1}
\rput[tl](1.724,0.548){2}
\rput[tl](0.205,-1.303){3}
\rput[tl](-2.761,1.758){5}
\rput[tl](2.5,6){8}
\rput[tl](9.009,-2.35){13}
\end{pspicture*}
\caption{Aproximaci\'on a la espiral logar\'itmica.}\label{espiral}
\end{figure}

```

Otro ejemplo, es la dedicatoria del presente manual, en donde se hacen cambios en los tipos de fuentes que utiliza a través de los comandos `\font`, `scaled`, `\fontfamily{...}` y `\selectfont`. Cambiamos la codificación a OT1, con T1 no es posible generar vocales góticas con tilde (, , , , ) o la ee ().

```

\font\yswab=yswab scaled 2250 % para definir conjunto de tipos
\font\yfrak=yfrak scaled 2700 % deben estar instalados los ficheros
\font\yinit=yinit scaled 570 % en metafont: yswab, yfrak y yinit

\newcommand{\tl}[2]{\kern-#1\hbox{#2}}

\fontencoding{OT1}\renewcommand{\encodingdefault}{OT1}\selectfont
\begin{center}
\vskip 2cm
\psset{linestyle = none}
\pstextpath[c]{\psarcn(0,0){97pt}{180}{0}}
{\yswab a \yfrak{\yinit M}ar\'ia del {\yinit M}ar}
\pstextpath[c]{\psarc(0,3.25){97pt}{180}{0}}
{\parbox{2.75in}{\centering \Large \fontfamily{pzc}\selectfont %
u\tl{-.15ex}{n} m\tl{-.25ex}{i}\tl{-.1ex}{s}\tl{.125ex}{t}
\tl{-.1ex}{e}\tl{-.1ex}{r}\tl{-.175ex}{i}\tl{-.1ex}{o}s
\tl{-.02ex}{o} poder qu\tl{-.15ex}{e} t\tl{-.15ex}{o} %
\tl{-.05ex}{d}o \break %
e\tl{.15ex}{l} m\tl{.1ex}{u}\tl{.1ex}{n}\tl{.2ex}{d}\tl{.2ex}{o} %

```

```

p\tl{.15ex}{u}\tl{.15ex}{e}\tl{.15ex}{d}\tl{.15ex}{e} %
s\tl{.2ex}{e}\tl{.15ex}{n}\tl{.2ex}{t}\tl{.1ex}{i}r\tl{.2ex}{,} %
p\tl{.2ex}{e}\tl{.1ex}{r}\tl{.2ex}{o} q\tl{.15ex}{u}\tl{.2ex}{e} %
\break n\tl{.25ex}{i}\tl{.15ex}{n}\tl{.15ex}{g}\tl{.25ex}{\'}u}%
\tl{.25ex}{n} f\tl{.1ex}{i}\tl{.05ex}{l}\tl{.15ex}{\'}o}%
\tl{.2ex}{s}\tl{.25ex}{o}\tl{.25ex}{f}\tl{.25ex}{o} %
p\tl{.25ex}{u}\tl{.25ex}{e}\tl{.25ex}{d}\tl{.25ex}{e} %
e\tl{.2ex}{x}\tl{.15ex}{p}\tl{.25ex}{l}\tl{.1ex}{i}\tl{.2ex}{c}%
\tl{.25ex}{a}\tl{.2ex}{r}\tl{.25ex}{.}}
\vskip 2cm
\end{center}

```

```
\fontencoding{T1}\renewcommand{\encodingdefault}{T1}\selectfont
```

Para aumentar el potencial creativo del paquete **pstricks**, existe una variedad de paquetes asociados, para más detalles explorar en <http://www.ctan.org/>.

3.4. Paquetes TikZ/PGF

Conjunto de paquetes para utilizarse con dvips y PDF \LaTeX , lo cual es una ventaja respecto de PSTricks, la figura 3.5 tiene el código que le sigue. Para más detalles consultar [24].

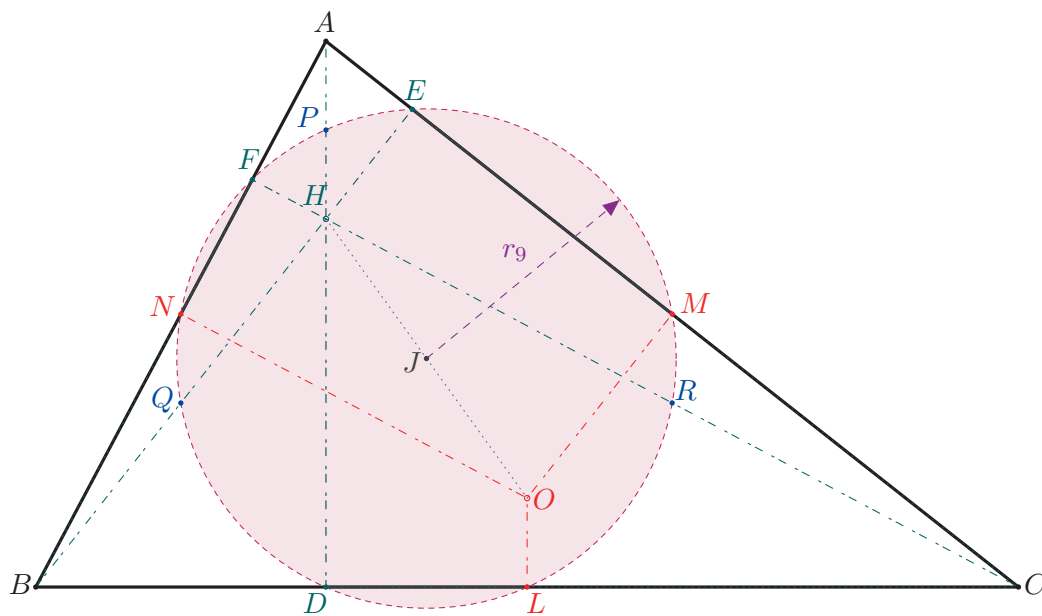


Figura 3.5: Circunferencia de los nueve puntos.

```

% en el pre\`ambulo
\usepackage{pgf,tikz}

```



```

\usetikzlibrary{arrows}

% dentro del documento
\definecolor{zzqqzz}{rgb}{0.6,0,0.6}
\definecolor{wwwfff}{rgb}{0.4,0.4,1}
\definecolor{ccqqww}{rgb}{0.8,0,0.4}
\definecolor{uququq}{rgb}{0.251,0.251,0.251}
\definecolor{qqtcc}{rgb}{0,0.2,0.8}
\definecolor{ffqqqq}{rgb}{1,0,0}
\definecolor{qqwww}{rgb}{0,0.4,0.4}

\begin{tikzpicture}[line cap=round,line join=round,>=triangle 45,
x=1.0cm,y=1.0cm]
\clip(-0.481,-0.539) rectangle (13.539,7.641);
\draw [line width=1.2pt] (3.839,7.221)-- (0,0);
\draw [line width=1.2pt] (0,0)-- (13,0);
\draw [line width=1.2pt] (13,0)-- (3.839,7.221);
\draw [line width=0.4pt,dash pattern=on 1pt off 2pt on 3pt off 4pt,
color=qqwww] (3.839,7.221)-- (3.839,0);

\draw [dotted,color=qqwww] (13,0)-- (3.839,0);
\draw [dotted,color=qqwww] (13,0)-- (4.982,6.32);
\draw [dotted,color=qqwww] (0,0)-- (2.864,5.388);

\draw [line width=0.4pt,dash pattern=on 1pt off 2pt on 3pt off 4pt,
color=qqwww] (4.982,6.32)-- (3.839,4.87);
\draw [line width=0.4pt,dash pattern=on 1pt off 2pt on 3pt off 4pt,
color=qqwww] (3.839,4.87)-- (2.864,5.388);
\draw [line width=0.4pt,dash pattern=on 2pt off 2pt,color=ccqqww,
fill=ccqqww,fill opacity=0.1] (5.169,3.023) circle (3.303cm);
\draw [line width=0.4pt,dash pattern=on 1pt off 2pt on 3pt off 4pt,
color=ffqqqq] (1.919,3.611)-- (6.5,1.176);
\draw [line width=0.4pt,dash pattern=on 1pt off 2pt on 3pt off 4pt,
color=ffqqqq] (6.5,1.176)-- (6.5,0);
\draw [line width=0.4pt,dash pattern=on 1pt off 2pt on 3pt off 4pt,
color=ffqqqq] (6.5,1.176)-- (8.419,3.611);

\draw [dotted,color=wwwfff] (3.839,4.87)-- (6.5,1.176);
\draw [->,line width=0.4pt,dash pattern=on 3pt off 3pt,color=zzqqzz]
(5.169,3.023) -- (7.722,5.119);
\draw [line width=0.4pt,dash pattern=on 1pt off 2pt on 3pt off 4pt,
color=qqwww] (3.839,4.87)-- (0,0);
\draw [line width=0.4pt,dash pattern=on 1pt off 2pt on 3pt off 4pt,
color=qqwww] (3.839,4.87)-- (13,0);

```

```

\fill [color=black] (3.839,7.221) circle (1.0pt);
\draw[color=black] (3.819,7.472) node {$A$};
\fill [color=black] (0,0) circle (1.0pt);
\draw[color=black] (-0.201,0.041) node {$B$};
\fill [color=black] (13,0) circle (1.0pt);
\draw[color=black] (13.229,0.041) node {$C$};
\fill [color=qqwww] (2.864,5.388) circle (1.0pt);
\draw[color=qqwww] (2.819,5.661) node {$F$};
\fill [color=qqwww] (3.839,0) circle (1.0pt);
\draw[color=qqwww] (3.699,-0.209) node {$D$};
\fill [color=qqwww] (4.982,6.32) circle (1.0pt);
\draw[color=qqwww] (5.019,6.581) node {$E$};
\fill [color=ffqqqq] (1.919,3.611) circle (1.0pt);
\draw[color=ffqqqq] (1.679,3.721) node {$N$};
\fill [color=ffqqqq] (6.5,0) circle (1.0pt);
\draw[color=ffqqqq] (6.619,-0.209) node {$L$};
\fill [color=ffqqqq] (8.419,3.611) circle (1.0pt);
\draw[color=ffqqqq] (8.729,3.761) node {$M$};
\draw [color=qqwww] (3.839,4.87) circle (1.0pt);
\draw[color=qqwww] (3.699,5.181) node {$H$};
\fill [color=qqttcc] (3.839,6.046) circle (1.0pt);
\draw[color=qqttcc] (3.599,6.211) node {$P$};
\fill [color=qqttcc] (1.919,2.435) circle (1.0pt);
\draw[color=qqttcc] (1.679,2.481) node {$Q$};
\fill [color=qqttcc] (8.419,2.435) circle (1.0pt);
\draw[color=qqttcc] (8.599,2.601) node {$R$};
\draw [color=ffqqqq] (6.5,1.176) circle (1.0pt);
\draw[color=ffqqqq] (6.729,1.161) node {$O$};
\fill [color=uququq] (5.169,3.023) circle (1.0pt);
\draw[color=uququq] (4.979,2.981) node {$J$};
\draw[color=zzqqzz] (6.339,4.421) node {$r_9$};
\end{tikzpicture}

```

Nota 1. Para no tener conflictos entre los paquetes PSTricks y Tikz/PGF, la figura 3.5 se generó en un fichero T_EX por separado y luego la imagen se adjuntó como un fichero EPS.

Nota 2. Los paquetes PSTricks y Tikz/PGF se instalan automáticamente junto con T_EX Live 2008 y superiores.

Nota 3. Los códigos de las imágenes 3.4 y 3.5 fueron generados con la utilidad GeoGebra 3.2.45.0,⁵ con ajustes menores.

⁵GeoGebra - Dynamic Mathematics for Everyone, Copyright 2001-2010 GeoGebra Inc.

3.5. METAPOST

METAPOST es un lenguaje de programación creado por John Hobby [11] en los laboratorios Bell para hacer diagramas y figuras, basado en el METAFONT de Donald Knuth, cuya salida utiliza comandos PostScript. En el mismo se pueden trabajar números, parejas coordenadas, *splines* cúbicos, transformaciones afines, cadenas de texto y operadores booleanos.

Facilita la integración de texto, gráficas y acceso especial a los rasgos especiales de PostScript como intersección de curvas, líneas punteadas y sombreado. Asimismo, tiene la habilidad de resolver ecuaciones lineales dadas implícitamente.

El código se almacena en un fichero `foo.mp` con la estructura siguiente

```
beginfig(1)
  instrucciones para generar la figura 1;
endfig;
... ..
beginfig(k)
  instrucciones para generar la figura k;
endfig;
end
```

el cual se procesa con la utilidad `mpost.exe` para generar los ficheros `foo.1`, ... `foo.k`, los cuales pueden ser incluidos directamente en el fichero `*.tex` —en este caso no podemos utilizar `PDFLaTeX.exe` en caso contrario los convertimos en ficheros PDF a través de `MPtoPDF.exe`—.

3.5.1. Códigos Misceláneos

Los siguientes códigos —no necesariamente son los más eficientes— están guardados en el fichero `example.mp`, al ser procesado se crean los ficheros `example.1`, `example.2`, `example.3`, `example.4` y `example.5` respectivamente. Éstos son los ficheros a incluir en nuestro documento TeX como cualquier otra imagen.

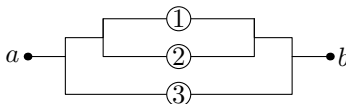


Figura 3.6: Circuito sencillo.

```
beginfig(1)          % circuito sencillo
u:=0.5cm;
pair A, B, C;
A:=(4u,2u); B:=(4u,1u); C:=(4u,0);

draw (0,1u)--(1u,1u)--(1u,1.5u)--(2u,1.5u)--(2u,2u)--(6u,2u);
draw (6u,2u)--(6u,1.5u)--(7u,1.5u)--(7u,1u)--(8u,1u);
draw (2u,2u)--(2u,1u)--(4u,1u)--(6u,1u)--(6u,2u);
draw (1u,1u)--(1u,0)--(4u,0)--(7u,0)--(7u,1u);
```

```

fill fullcircle scaled 9bp shifted A withcolor white;
fill fullcircle scaled 9bp shifted B withcolor white;
fill fullcircle scaled 9bp shifted C withcolor white;

draw fullcircle scaled 9bp shifted A;
draw fullcircle scaled 9bp shifted B;
draw fullcircle scaled 9bp shifted C;

dotlabel.lft(btex $a$ etex, (0,1u));
dotlabel.rt(btex $b$ etex, (8u,1u));

label(btex $1$ etex, A);
label(btex $2$ etex, B);
label(btex $3$ etex, C);
endfig;

```

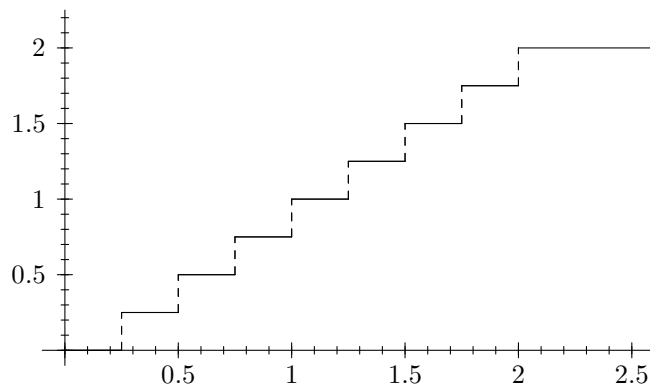


Figura 3.7: Función escalonada.

```

beginfig(2)      % función escalonada
u:=1cm;
v:=1.5cm;

draw (-v/5,0)--(5.25v,0);
draw (0,-u/5)--(0,4.5u);

for i=0 step v until 5.5v:
draw (i,u/10)--(i,-u/10);
endfor;
for j=0 step u until 4.5u:
draw (u/10,j)--(-u/10,j);
endfor;
for i=0 step v/5 until 5.25v:

```

```

draw (i,u/20)--(i,-u/20);
endfor;
for j=0 step u/5 until 4.5u:
draw (u/20,j)--(-u/20,j);
endfor;

for i=0 step .5 until 3.5:
for j=i step .25 until i+.25:
draw (i*v,i*u)--((i+.5)*v,i*u);
endfor; endfor;
draw 4(v,u)--(5.25v,4u);
for j=0 step .5 until 3.5:
for i=j step 1 until j+1:
draw ((j+.5)*v,j*u)--((j+.5)*v,(j+.5)*u) dashed evenly;
endfor; endfor;

label.bot("0.5", (v,-u/10));
label.bot("1", (2v,-u/10));
label.bot("1.5", (3v,-u/10));
label.bot("2", (4v,-u/10));
label.bot("2.5", (5v,-u/10));
label.lft("0.5", (-v/10,u));
label.lft("1", (-v/10,2u));
label.lft("1.5", (-v/10,3u));
label.lft("2", (-v/10,4u));
endfig;

```

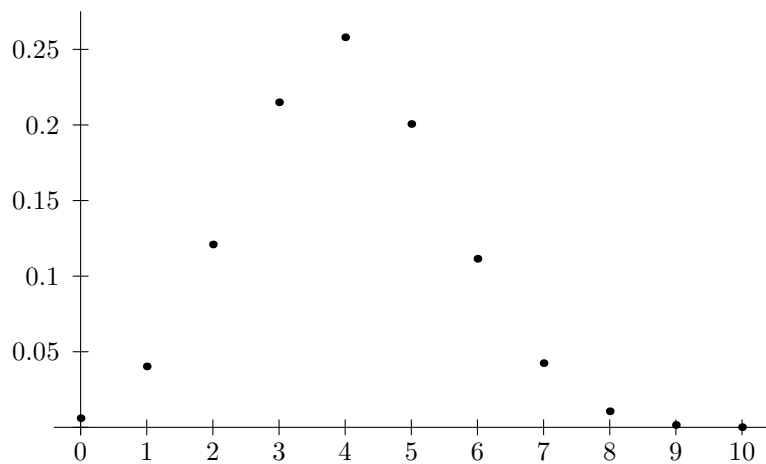


Figura 3.8: Distribución Binomial.

```

beginfig(3)      % distribución binomial

```

```

u:=1cm;
v:=1.75cm;

draw (-v/5,0)--(5.25v,0);
draw (0,-u/10)--(0,5.5u);

for i=0 step v/2 until 5v:
draw (i,u/10)--(i,-u/10);
endfor;
for j=0 step u until 5.5u:
draw (u/10,j)--(-u/10,j);
endfor;

label.bot("0", (0,-u/10));
label.bot("1", (.5v,-u/10));
label.bot("2", (v,-u/10));
label.bot("3", (1.5v,-u/10));
label.bot("4", (2v,-u/10));
label.bot("5", (2.5v,-u/10));
label.bot("6", (3v,-u/10));
label.bot("7", (3.5v,-u/10));
label.bot("8", (4v,-u/10));
label.bot("9", (4.5v,-u/10));
label.bot("10", (5v,-u/10));

label.lft("0.05", (-v/10,u));
label.lft("0.1", (-v/10,2u));
label.lft("0.15", (-v/10,3u));
label.lft("0.2", (-v/10,4u));
label.lft("0.25", (-v/10,5u));

draw (0,0.121u) withpen pencircle scaled 3bp;
draw (0.5v,0.806u) withpen pencircle scaled 3bp;
draw (v,2.419u) withpen pencircle scaled 3bp;
draw (1.5v,4.3u) withpen pencircle scaled 3bp;
draw (2v,5.16u) withpen pencircle scaled 3bp;
draw (2.5v,4.013u) withpen pencircle scaled 3bp;
draw (3v,2.230u) withpen pencircle scaled 3bp;
draw (3.5v,0.849u) withpen pencircle scaled 3bp;
draw (4v,0.212u) withpen pencircle scaled 3bp;
draw (4.5v,0.031u) withpen pencircle scaled 3bp;
draw (5v,0.002u) withpen pencircle scaled 3bp;
endfig;

beginfig(4)      % normal estándar

```

```

u:=1.5cm;
v:=1cm;

draw (-2.75u,0)--(2.75u,0);
draw (0,-v/10)--(0,5v);
draw (1u,-v/10)--(1u,1.65v);

label(btex $\alpha=\{1\over\sqrt{2\pi}\}\int_Z^{\infty}\! %
e^{-\{t^2\over 2\}}dt$ etex, (2u,3v));
label.bot("0", (0,-v/10));
label.bot(btex $Z$ etex, (1u,-v/10));
label.bot(btex $\alpha$ etex, (1.3u,.5v));

vardef trace (suffix f)(expr a,b,inc) =
save i; numeric i;
for i=a step inc until b:
(i*u, f(i)*4.5v) ..
endfor (b*u, f(b)*5v)
enddef;

vardef g(expr x) = mexp(-256*(x**2)) enddef;
draw trace(g,-2.75,2.75,.1);
endfig;

```

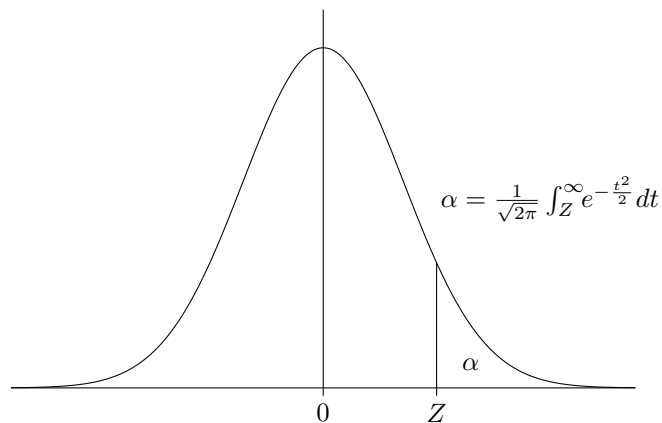


Figura 3.9: Área superior de la Normal Estándar.

```

beginfig(5)      % integral de Riemann

vardef trace (suffix f)(expr a,b,inc) =
save i; numeric i;
for i=a step inc until b:
(i*1in, f(i)*in) ..

```

```

endfor (b*1in, f(b)*1in)
enddef;

vardef axes =
save p; picture p;
p:=nullpicture;
addto p doublepath (-infinity,0)--(infinity,0) withpen currentpen;
addto p doublepath (0,-infinity)--(0,infinity) withpen currentpen;
clip p to bbox currentpicture;
draw p;
enddef;

vardef trace_rectangles_left (suffix f)(expr a,b,inc) =
save i; numeric i;
for i=a step .5inc until b-inc:
path p;
p = (i,0)--(i+.5inc,0)--(i+.5inc,f(i))--(i,f(i))--cycle;
p := p scaled 1in;
fill p withcolor .9*white;
draw p;
endfor;
enddef;

vardef f(expr x) = -.25*(x+.5)*(x+1.5)*(x-2)+1 enddef;
vardef g(expr x) = -.25*(x+.375)*(x+1.375)*(x-2.125)+1 enddef;
trace_rectangles_left(f,-2,2.5,.5);
draw trace(g,-2.05,2.3,.1);
axes;
endfig;

```

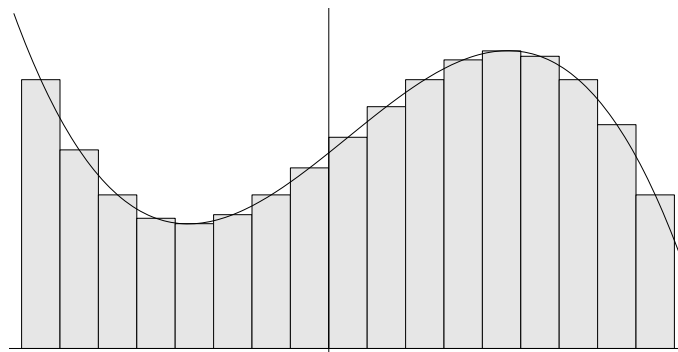


Figura 3.10: Imagen al 80% del tamaño real.

Para más ejemplos y aplicaciones de METAPOST consultar [14, 27].

3.5.2. Gráficas a partir de mediciones

Es común trazar gráficas a partir de mediciones hechas en el laboratorio, por ejemplo las mediciones para el *esfuerzo* (S) respecto a la *deformación unitaria* (ε) siguientes

```
0 0
0.026 38481000
0.028 38561000
0.030 39160000
0.032 39919000
0.034 43391000
0.038 43431000
0.070 100200000
0.090 148200000
0.108 187800000
0.116 204500000
0.123 244400000
0.136 304300000
0.153 392300000
0.175 492500000
```

tienen una representación

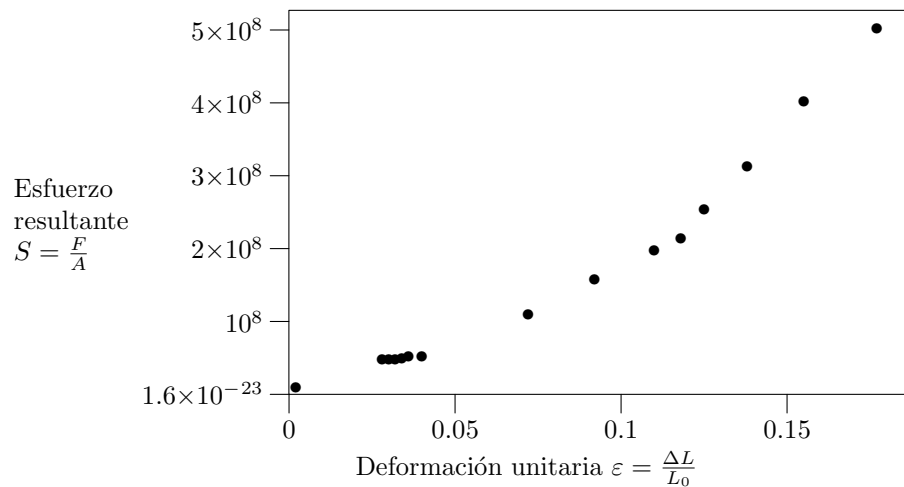


Figura 3.11: Gráfica de puntos.

Para tratar los datos con METAPOST los guardamos en un fichero `datos.d` (por ejemplo), y con el código en un fichero `*.mp` con la instrucción de encabezado `input graph` dado a continuación

```
input graph

beginfig(1);
draw begingraph(3.24in,2in);
```

```

glabel.lft(btex \vbox{\hbox{Esfuerzo}
  \hbox{resultante} \hbox{$S={F\over A}$}} etex, OUT);
glabel.bot(btex Deformaci\'on unitaria
  $\varepsilon={\Delta L\over L_0}$ etex, OUT);
setrange(origin, whatever,whatever);
gdraw "datos.d" plot btex$\bullet$etex;
endgraph;
endfig;

beginfig(2);
draw begingraph(3.24in,2in);
glabel.lft(btex \vbox{\hbox{Esfuerzo}
  \hbox{resultante} \hbox{$S={F\over A}$}} etex, OUT);
glabel.bot(btex Deformaci\'on unitaria
  $\varepsilon={\Delta L\over L_0}$ etex, OUT);
setrange(origin, whatever,whatever);
gdraw "datos.d";
endgraph;
endfig;

```

el primero da la figura 3.11 y segundo la gráfica 3.12 (para más detalles de la representación de datos experimentales con METAPOST consultar [10]).

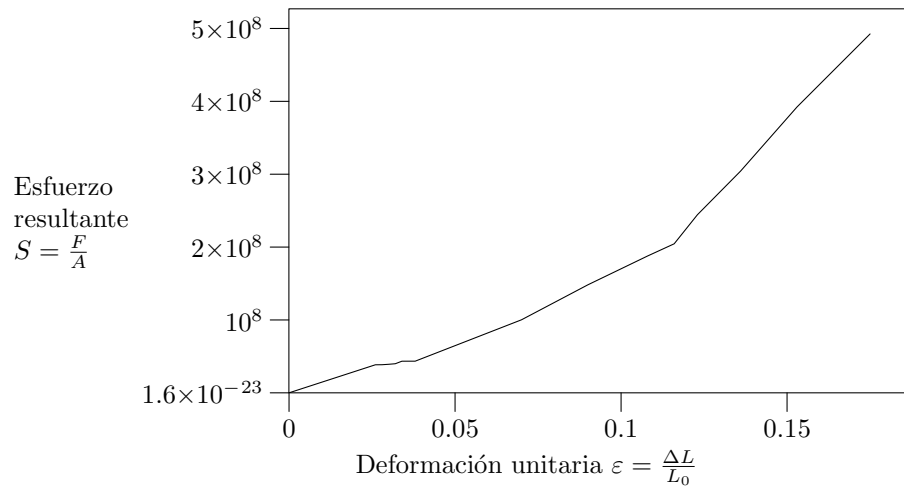


Figura 3.12: Gráfica suavizada.

Paquetes utilizados

A.1. Fichero *.tex

```
\documentclass[11pt,letterpaper,titlepage]{report}
%% diseo y estructura para el fichero LaTeX
\usepackage[english,spanish]{babel}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[text={6.1in,8.5in}]{geometry}
\usepackage{amsmath,amssymb,amsfonts,mathrsfs,dsfont,amsthm,multicol}
\usepackage{enumerate,longtable,texnames,mflogo,layout,eurosym}
\usepackage[scaled=0.92]{helvet}
\usepackage[Lenny]{fncychap}
\usepackage[all]{xy}
\usepackage[fixlanguage]{babelbib}
\usepackage{pstricks,pst-text,pstricks-add,pst-math,pst-xkey,color}
\usepackage[dvips]{graphicx,hyperref}
\usepackage{tocbibind,url,breakurl,makeidx}
```

A.2. Fichero *.pdf

```
%% con hyperref, los campos de informacin
%% del fichero PDF se le llenan con
\hypersetup{pdftitle = {Introducción a TeX y LaTeX2e},
pdfauthor = {Lic. William Gutiérrez, <williamr.gutierrez@gmail.com>},
pdfsubject = {Cuadernos de matemática}, pdfkeywords = {TeX, LaTeX,
documentos científicos}, baseurl =
http://sitios.ingenieria-usac.edu.gt/licmate/, pdfstartview = FitH,
plainpages = false, bookmarksnumbered = true,
pdfdisplaydoctitle = true}
```

Bibliografía

- [1] American Mathematical Society (AMS): *Using the **amsthm** Package — Version 2.20*, 1999 (versión revisada en 2002).
- [2] Bezos, Javier: *Ortotipografía y notaciones matemáticas*. Grupo de Usuarios de TeX Hispanohablantes (CervanTeX), 2008. <http://www.tex-tipografia.com/>.
- [3] Bezos, Javier: *Estilo **spanish** para el sistema **babel***. Grupo de Usuarios de TeX Hispanohablantes (CervanTeX), 2009. <http://www.tex-tipografia.com/>.
- [4] Carlisle, David P.: *Packages in the ‘graphics’ bundle*. The LaTeX3 Project, 2005.
- [5] Daly, Patrick W.: *Natural Sciences Citations and References*, 2006.
- [6] Flynn, Peter: *A beginner’s introduction to typesetting with LaTeX*. Silmaril Consultants, 2005. <http://www.ctan.org/tex-archive/info/beginlatex/beginlatex.pdf>.
- [7] Goossens, Michel y Sebastian Rahtz: *The LaTeX Graphics Companion — Illustrating documents with TeX and Postscript*. Addison-Wesley, EUA, 1997.
- [8] Gutiérrez Aguado, Juan: *LaTeX avanzado — Paquetes y herramientas para gráficos*. Departamento de Informática, Universidad de Valencia, 2004.
- [9] Hildebrand, A.J.: *Introduction to TeX/LaTeX*. Department of Mathematics, University of Illinois at Urbana-Champaign (UIUC), 2005. <http://www.math.uiuc.edu/~hildebr/tex/texintro.pdf>.
- [10] Hobby, John D.: *Drawing Graphs with MetaPost*, 1992.
- [11] Hobby, John D.: *A user’s manual for MetaPost*. Informe técnico 162, AT&T Bell Laboratories, Murray Hill, New Jersey, 1992. <http://plan9.bell-labs.com/who/hobby/MetaPost.html>.
- [12] Indian TeX Users Group: *LaTeX Tutorials — A Primer*, 2003. <http://tug.org.in/tutorials.html>.
- [13] Ivorra Castillo, Carlos: *Preparación de Textos con LaTeX*. Universidad de Valencia, España, 2005. <http://www.uv.es/~ivorra/Latex/latex.htm>.
- [14] Kennington, Alan: *MP diagram examples for differential geometry book*, 2008. <http://www.topology.org/>.
- [15] Knuth, Donald E.: *The TeX book*. American Mathematical Society (AMS) & Addison-Wesley, EUA, 1991.
- [16] Lamport, Leslie: *LaTeX A Document Preparation System*. Addison-Wesley, EUA, 2ª edición, 1994.

- [17] Mittelbach, Frank, Michel Goossens, Johannes Braams, David Carlisle y Chris Rowley: *The LaTeX Companion — Tools and Techniques for Computer Typesetting*. Addison-Wesley, EUA, 2ª edición, 2004.
- [18] Montenegro, Raquel: *Especificaciones Formales para el Trabajo de Graduación*. Oficina de Lingüística, Facultad de Ingeniería, USAC, 2004.
- [19] Mora, Walter y Alexander Borbón: *Edición de Textos Científicos LaTeX — Composición, gráficos y presentaciones Beamer*. Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), 2009. <http://www.cidse.itcr.ac.cr/revistamate/>.
- [20] Oetiker, Tobias, Hubert Partl, Irene Hyna y Elisabeth Schlegl: *The Not So Short Introduction to LaTeX*. Swiss Federal Institute of Technology, 2010.
- [21] Pakin, Scott: *The Comprehensive LaTeX Symbol List*, 2008.
- [22] Reckdahl, Keith: *Using Imported Graphics in LaTeX and pdfLaTeX*, 2006. <ftp://ctan.tug.org/tex-archive/info/epslatex/english/epslatex.pdf>.
- [23] Rose, Kristoffer y Ross More: *Xy-pic Reference Manual*, 1999.
- [24] Tantau, Till: *The TikZ and PGF Packages*. Institut für Theoretische Informatik, Universität zu Lübeck, Alemania, 2007.
- [25] Van Zandt, Timothy: *PSTricks: PostScript macros for Generic TeX*. Department of Economics and Political Science, INSEAD, Francia, 2007.
- [26] Wikibooks contributors: *LaTeX*, 2006. <http://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/>.
- [27] Zoonekynd, Vincent: *Many examples*, 2007. <http://tex.loria.fr/prod-graph/zoonekynd/metapost/metapost.html>.