

Mis primeros pasos con L^AT_EX

Algunos apuntes de L^AT_EX¹



STEMBach

Curso 2020/21

¹Basado en la obra *L^AT_EX, una imprenta en sus manos* de Bernardo Cascales Salinas, Pascual Lucas Saorín, José Manuel Mira Ros, Antonio Pallarés Ruiz y Salvador Sánchez-Pedreño Guillén

Índice general

1. Introducción y primeros pasos	7
1.1. Funcionamiento	7
1.1.1. Manuscrito o texto fuente	7
1.1.2. Compilación o composición	8
1.1.3. Visionado o impresión	8
1.2. Contenido del USB	8
1.3. Mi primer documento	8
1.4. Nos vamos fijando	9
1.5. Tipos de letra	10
1.6. Espacios	12
1.7. Centrando y alineando texto	13
1.8. Saltos de página y numeración	13
2. Plantilla	15
3. Algo de teoría	17
3.1. Cajas en $\text{\TeX}$	17
3.2. Modos de trabajo	17
3.3. Los grupos	18
3.4. Comandos	18
3.5. Entornos	19
3.6. Definiendo nuevos comandos	19
3.7. Contadores	19
3.8. Longitudes	20
3.8.1. Longitudes elásticas	21
3.9. Dividiendo un fichero fuente en trozos	23
4. Veamos como hacerlo	25
4.1. Listas	25
4.2. Incorporación de citas textuales y versos	26
4.3. Tablas y tabuladores	27
4.3.1. Textos que abarcan varias columnas	28
4.3.2. El paquete array	30
4.3.3. El paquete tabularx	30
4.3.4. El paquete dcolumn	31
4.3.5. El paquete longtable	32
4.3.6. El paquete multirow	32
4.4. Figuras y otros objetos flotantes	33
4.4.1. Flotantes al final del documento: el paquete endfloat	34
4.4.2. Figuras y tablas pequeñas: el paquete wrapfig	34
4.4.3. Figuras dentro de figuras: el paquete subfigure	35
4.4.4. Personalizando leyendas: el paquete caption	35

4.5.	Cajas, enmarcado de texto y líneas	35
4.5.1.	Pequeñas páginas en medio del texto: el entorno minipage	36
4.5.2.	Líneas	37
4.5.3.	Cajas llamativas: el paquete tcolorbox	37
4.6.	Escribir en columnas: el paquete multicols	37
4.7.	Notas a pie de página	38
4.7.1.	Notas al pie en tablas	39
4.7.2.	Notas al margen	39
5.	Escribiendo Matemáticas	41
5.1.	Como declarar el modo matemático	41
5.2.	Exponentes y subíndices	42
5.3.	Raíces	42
5.4.	Fraciones y binomiales	43
5.5.	Textos y espacios dentro de una fórmula	44
5.6.	Tamaño de las fórmulas matemáticas	45
5.7.	Letras griegas	45
5.8.	Símbolos, operadores y relaciones	46
5.9.	Símbolos matemáticos	46
5.10.	Integrales y sumatorios	47
5.11.	Paréntesis, corchetes, llaves, etc	48
5.12.	Puntos suspensivos	49
5.13.	Nombres de funciones	49
5.14.	Acentos en modo matemático	50
5.15.	Matrices y determinantes	50
5.16.	Fórmulas alineadas y bloques de ecuaciones	51
5.17.	Numerando ecuaciones	52
5.18.	Símbolos encima o debajo	52
5.19.	Teoremas, demostraciones, etc	53
6.	Aspectos globales de un documento	55
6.1.	Las clases book y article	55
6.2.	Título y autor	55
6.3.	Resumen, prólogo y apéndices	56
6.4.	Índices: general, de tablas y de figuras	57
6.5.	Otras clases de documento	57
6.6.	Opciones de las clases	57
6.7.	Estilo de las páginas	58
6.8.	Parámetros de una página	59
7.	Automatizando tareas	61
7.1.	Citas bibliográficas	61
8.	Gráficos	65
8.1.	El paquete graphicx	65
8.2.	El paquete xcolor	67
8.3.	El paquete colortbl	69
8.4.	El paquete tikz	71
8.4.1.	Líneas	71
8.4.2.	Círculos y elipses	71

8.4.3. Rectángulos	72
8.4.4. Figuras sombreadas	72
8.4.5. Flechas	72
8.4.6. Arcos	73
8.4.7. Coordenadas	73
8.4.8. Escala	74
8.4.9. Incluyendo texto	74
8.4.10. Repitiendo cosas	76
8.4.11. Representando funciones	77
9. Presentaciones	81
9.1. Animaciones	83
9.2. Efectos de transparencia	84
9.3. Efectos de animación incrementales	85
9.4. Comandos con efectos de animación	85
9.5. Varias columnas	85
9.6. Temas y personalización	86
9.7. Pautas para crear presentaciones	87
A. Solución a los ejercicios	89

1. Introducción y primeros pasos

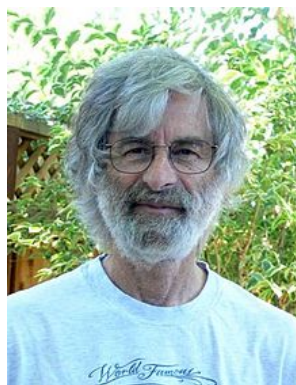
Donald Ervin Knuth, profesor de la Universidad de Stanford, recibió el 30 de marzo de 1977 las pruebas de imprenta de su famosa obra *The Art of Computer Programming*. Los resultados de esas pruebas no le gustaron, en absoluto.

Aproximadamente un año después presentó sus reflexiones en una reunión de la AMS conteniendo ya el germen de $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$.

En pocos años $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ se hizo popular y de uso habitual entre científicos de diferentes disciplinas. En septiembre de 1978 la Universidad de Stanford editaba el primer manual de $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$.



(a) Knuth



(b) Leslie Lamport

Figura 1.1.: Los padres de la criatura

Leslie Lamport, en el año 1982 crea $\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$, un enorme conjunto de comandos $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$.

$\text{L}_{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ es un lenguaje más adaptado a los autores normales. Proporciona un acceso más sencillo a las capacidades de $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$.

Facilita la escritura de caracteres latinos: á, ó, ñ, ...

Permite el diseño de paquetes de comandos con objetivos variados que amplían su funcionalidad.

1.1. Funcionamiento

La escritura de un documento tiene tres partes:

1. El manuscrito o texto fuente.
2. El Compilador que compone el texto.
3. Visionado o impresión del resultado.

1.1.1. Manuscrito o texto fuente

Contiene el texto que queremos escribir y las instrucciones para su formateo o composición.

1. Introducción y primeros pasos

Nosotros lo escribiremos con **Texmaker**¹ o con cualquier otro procesador que permita producir un fichero de texto plano.

El fichero así creado tiene la extensión *.tex

Al ser “solo texto” es independiente del sistema informático (cuidado con la codificación).

1.1.2. Compilación o composición

Sobre el texto fuente se hace actuar $\text{\LaTeX}$ para dar formato al texto.

Se componen líneas, páginas, capítulos, secciones, índice, ...

Nosotros usaremos **PdfLatex** de **Miktex**²

En el proceso se crean ficheros auxiliares y con mensajes de la compilación.

Si no hay errores se crea un fichero de salida con extensión *.pdf

Si hubiésemos usado latex para compilar, en lugar de pdflatex, habríamos obtenido un fichero con extensión *.dvi propio de $\text{\LaTeX}$.

1.1.3. Visionado o impresión

Como hemos usado pdflatex para componer nuestro texto, usaremos cualquier visor PDF para verlo por pantalla y para imprimirlo.

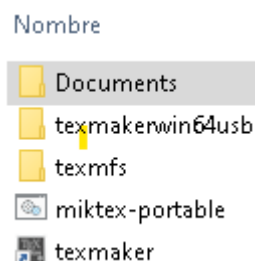
Este visor se encarga de que obtengamos el mismo resultado en un monitor de 72 puntos por pulgada que en una impresora de 300 puntos por pulgada.

Hay muchos visores para *.dvi y para las impresoras postscript.

1.2. Contenido del USB

En el USB que se les entrega encontrarán una versión portable de Miktex y de Texmaker que les permitirá tener un potente editor de texto en su bolsillo y poder trabajar con sus documentos en cualquier ordenador con sistema operativo Windows.

Existen también distribuciones $\text{\LaTeX}$ para Linux que no serán objeto de estudio en este curso.



1.3. Mi primer documento

Para comenzar, abrimos texmaker y hacemos: **Archivo** -> **Nuevo**.

Tecleamos el siguiente texto, lo guardamos y luego pulsamos sobre la punta de flecha que está antes de “Compilación rápida”.

```
\documentclass[12pt]{article}
\begin{document}
Hola Mundo

Este es mi primer trabajo escrito en Látex o mejor en \LaTeX
\end{document}
```

Probemos ahora con algo de Matemáticas. Substituimos el texto anterior por el que aparece en el siguiente cuadro:

¹<https://www.xmlmath.net/texmaker/>

²<https://miktex.org/>

Las soluciones de la ecuac: $ax^2+bx+c=0$ vienen dadas por $x=\frac{-b \pm \sqrt{b^2-4ac}}{2a}$

Las soluciones de la ecuac: $ax^2 + bx + c = 0$ vienen dadas por

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Ejercicio 1.3.1

Solución en la página 89

Trata de reproducir el siguiente texto:

Dado que $(x-1)^2 = x^2 - 2x + 1$ podemos simplificar la siguiente fracción

$$\frac{x^2 - 2x + 1}{3x - 3} = \frac{x - 1}{3}$$

1.4. Nos vamos fijando

La estructura es siempre la misma.

```
\documentclass[Opciones]{Clase}
Preámbulo
\begin{document}
Texto que queremos escribir
\end{document}
```

- Los argumentos y parámetros que van entre llaves { } son obligatorios.
- Los que se indican entre corchetes [] son optativos.
- Los diez símbolos siguientes son caracteres reservados que tienen un significado especial para el compilador.

\	Es el primer carácter de cualquier comando
{, }, #	Se utilizan como delimitadores y variables
\$, _, ^	Se utilizan en las fórmulas matemáticas
&	Para poner tabuladores
%	Para poner comentarios
~	Para soldar dos palabras

- Espacios adicionales entre palabras son ignorados.
- Una línea en blanco hará que empiece un nuevo párrafo.

Ejercicio 1.4.1

Solución en la página 89

Trata de reproducir el siguiente texto:

Mi trabajo en el desarrollo de T_EX, METAFONT, y Computer Modern ha llegado a su fin. No haré más cambios excepto para corregir errores verdaderamente serios. He puesto estos sistemas en el dominio público de manera que cualquiera pueda utilizar libremente

1. Introducción y primeros pasos

las ideas si lo desea. He pasado también miles de horas intentando asegurar que los sistemas producen resultados esencialmente idénticos sobre todos los ordenadores ...

Un guión - puede resultar corto, pero se pueden poner hasta tres: (-) como
→ segmentación silábica; (--) en los intervalos numéricos, y (---) como
→ alternativa a los paréntesis.

Un guión - puede resultar corto, pero se pueden poner hasta tres: (-) como segmentación silábica; (-) en los intervalos numéricos, y (—) como alternativa a los paréntesis.

Ejercicio 1.4.2

Solución en la página 89

Trata de reproducir el siguiente texto:

Felipe VI —el Preparao— accedió al trono tras la abdicación de su padre Juan Carlos I —el Campechano—

La forma más adecuada para obtener los puntos suspensivos es utilizar el comando
→ `\dots`

La forma más adecuada para obtener los puntos suspensivos es utilizar el comando ...

Ejercicio 1.4.3

Solución en la página 89

Trata de reproducir el siguiente texto:

Intenta encontrar la diferencia entre esto ... y esto otro ...

Las comillas " se abren con el acento grave `` y se cierran con el apóstrofe ''

Las comillas " se abren con el acento grave “ y se cierran con el apóstrofe ”

1.5. Tipos de letra

Cada familia de tipos de letra tiene cuatro perfiles diferentes:

El recto o `\textup{normal}` \par
El itálico `\textit{texto en itálico}` \par
El inclinado `\textsl{texto inclinado}` \par
El versalita `\textsc{O de Mayúsculas Pequeñas}`

El recto o normal
El itálico *texto en itálico*
El inclinado *texto inclinado*
El versalita O DE MAYÚSCULAS PEQUEÑAS

Y dos grosores diferentes:

El normal o medio `\textmd{texto normal}` `\par`
 El grueso o negrita `\textbf{texto en negrita}`

El normal o medio texto normal
 El grueso o negrita **texto en negrita**

Ejercicio 1.5.1

Solución en la página 89

Trata de reproducir el siguiente texto:
Cien años de soledad de García Márquez.

Ejercicio 1.5.2

Solución en la página 89

Trata de reproducir el siguiente texto:
 Debo recitar “Para que tú me oigas” del libro *Veinte poemas de amor y una canción desesperada*.

Ejercicio 1.5.3

Solución en la página 89

Trata de reproducir el siguiente texto:
 La función de las letras **negritas** es destacar parte del texto como marca visual en su organización.

Existe la posibilidad de enfatizar de tal manera que si estamos en un entorno de itálica se pone texto recto y si estamos en texto normal se inclina.

`\textit{Texto en itálica hasta que se \emph{enfatisa}}` `\par`
 Texto normal hasta que se `\emph{enfatisa}`

Texto en itálica hasta que se enfatiza
 Texto normal hasta que se *enfatisa*

También podemos subrayar, aunque no se recomienda.

El siguiente será `\underline{texto subrayado}`

El siguiente será texto subrayado

Podemos también modificar el tamaño de letra, aunque esa tarea deberíamos dejársela a $\text{\LaTeX}$.

1. Introducción y primeros pasos

```
{\Huge Texto} \par
{\huge Texto} \par
{\LARGE Texto} \par
{\Large Texto} \par
{\large Texto} \par
Texto normal \par
{\small Texto} \par
{\footnotesize Texto} \par
{\scriptsize Texto} \par
{\tiny Texto} \par
```

Texto
Texto
Texto
Texto
Texto
Texto normal
Texto
Texto
Texto
Texto
Texto

Ejercicio 1.5.4

Solución en la página 89

Trata de reproducir el siguiente texto:

Si quiero escribir una palabra Grande seguida de otra Más grande y de otra Mucho más grande todavía.

Ejercicio 1.5.5

Solución en la página 90

Trata de reproducir el siguiente texto:

También puedo escribir texto pequeño y texto mucho más pequeño que el anterior.

1.6. Espacios

Como dijimos anteriormente, una o varias líneas en blanco hace que comience un nuevo párrafo. Si queremos más espacio tenemos que pedirselo.

Esta es la primera línea \par \vspace{1cm} y la segunda está \$1\$ cm después.

Esta es la primera línea

y la segunda está 1 cm después.

Los espacios adicionales entre palabras también se pueden escribir.

El siguiente comando \hspace{3em} escribe tres espacios horizontales del tamaño ↪ de una M.

El siguiente comando escribe tres espacios horizontales del tamaño de una M.

Espacios extensibles o longitudes elásticas se verán posteriormente.

1.7. Centrando y alineando texto

```
\begin{center}
Primera línea de texto centrado \par segunda línea centrada
\end{center}
```

Primera línea de texto centrado
segunda línea centrada

Ejercicio 1.7.1

Solución en la página 90

Trata de reproducir el siguiente texto:

En Ourense, a 28 de febrero de 2021

```
\begin{flushright}
Primera línea de texto alineado a la derecha \par segunda línea alineada
\end{flushright}
```

Primera línea de texto alineado a la derecha
segunda línea alineada

Ejercicio 1.7.2

Solución en la página 90

Trata de reproducir el siguiente texto:

A mis padres, que lo han dado todo por mi.
A los maestros que han contribuido a mi educación.

```
\begin{flushleft}
Lo mismo pero alineada a la izquierda \par segunda línea alineada
\end{flushleft}
```

Lo mismo pero alineada a la izquierda
segunda línea alineada

1.8. Saltos de página y numeración

Si en alguna ocasión necesitamos introducir un salto de página, usaremos

```
\newpage
```

L^AT_EX, por defecto, numera las páginas. Si queremos suprimir esa numeración, usaremos en el preámbulo

```
\pagestyle{empty}
```


2. Plantilla

En posteriores capítulos, usaremos en el preámbulo de nuestro documento, diferentes paquetes que aportan soluciones a los diferentes problemas que iremos viendo.

Puede ser una buena solución, introducir aquí una plantilla con esos paquetes, para que la puedan copiar y usar en todos los ejercicios de estos apuntes.

A modo de ejemplo presentaremos una plantilla básica, con una explicación somera de cada paquete.

```
\documentclass[a4paper]{article}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage{lmodern}
\usepackage[spanish,es-noshorthands]{babel} %para eliminar el conflicto con tikz
↪ y las comillas <>
\usepackage{tikz,pgf,xcolor}
\usetikzlibrary{arrows,decorations.markings}
\usepackage[mathscr]{euscript}
\usepackage{amsthm, amssymb, amsmath}
\usepackage[left=2.5cm, right=2.5cm, top=3cm, bottom=3cm]{geometry}
\usepackage[hideinks,breaklinks=true]{hyperref}
\usepackage{eurosym}
\usepackage{multirow,multicol,dcolumn}
\newcolumntype{C}{D{.}{,}{2}} %Columna con separador . en entrada y , en salida
↪ además de 2 decimales
\usepackage{colortbl}
\usepackage{wrapfig}
\usepackage{longtable,array,tabularx,booktabs}
\usepackage{graphicx,subfigure}
\title{El título de mi documento}
\author{Yo mismo}
\date{} %Se pone la fecha entre llaves. Si se deja así, en blanco, no aparece la
↪ fecha.
\begin{document}
\maketitle
Contenido del documento, propiamente dicho.
\end{document}
```

En la primera línea, escogemos como opción `a4paper` y no el tamaño carta que vendría por defecto en esta clase de documento.

`fontenc` con la opción `T1` para poder usar las fuentes vectoriales, en lugar de las de mapa de bits.

Para que las vocales acentuadas, la ñ y otros caracteres especiales tengan el resultado esperado, debemos escoger una codificación. Aunque hay bastante donde elegir, parece que la codificación Unicode se está imponiendo como estándar y por tanto el paquete `inputenc` con la opción `utf8`, puede ser una constante en nuestro preámbulo.

`lmodern` es una fuente vectorial que a mi me gusta. Pueden escoger otras, pero asegúrense

2. Plantilla

de que son vectoriales y que, por tanto, el resultado final no está pixelado. Una forma de comprobarlo es maximizando mucho nuestro documento final y viendo como se comportan las fuentes. También podemos abrirlo con Acrobat Reader y en las propiedades del documento ver que la fuente sea tipo 1.

El paquete `babel` con la opción `spanish` adapta al castellano, una serie de elementos de los documentos. Es el responsable, por ejemplo, de que cuando imprimimos la fecha ponga “16 de febrero de 2021” en lugar de “February 16, 2021”, o de que aparezca “Resumen” cuando escribimos el “Abstract”. Podemos usar `\usepackage[galician]{babel}` cuando estamos escribiendo un artículo en gallego. La segunda opción es para evitar un conflicto que puede surgir con las comillas `<<>>` y la punta de flecha `[- >]` del paquete `tikz`.

`tikz`, `pgf`, `xcolor` aportan funcionalidad para crear gráficos y manejar el color. Se hablará de ellos en capítulos posteriores.

`\usetikzlibrary{arrows,decorations.markings}` son librerías con opciones para modificar las puntas de flecha.

`\usepackage[mathscr]{euscript}` para poder usar letras tipo Euler en el modo matemático. `amsthm`, `amssymb` y `amsmath` fueron creados por la American Mathematical Society y amplían el catálogo de símbolos disponibles para escribir fórmulas matemáticas y entornos para demostraciones, etc. Probablemente los necesitarás para escribir fórmulas matemáticas relativamente complejas.

El paquete `geometry` proporciona control total sobre los márgenes, el tamaño del papel, etc.

`hyperref` controla los hiperenlaces que aparecen en el documento. Las opciones que le he puesto son para que no le ponga un recuadro rojo alrededor del texto, que a mi personalmente no me gusta y para que rompa el texto de las url cuando son muy largas y no caben en la línea actual.

`eurosym` nos facilita el símbolo del euro.

El paquete `multirow` nos permite construir tablas en las que algunas celdas ocupan varias filas dentro de un entorno tabular.

`multicol` nos permite trabajar con entornos de múltiples columnas dentro de una misma página.

El paquete `dcolumn` nos permite definir nuevos tipos de columna en una tabla para alinear por el separador decimal.

`colortbl` para poner color en nuestras tablas.

`wrapfig` para figuras o tablas pequeñas que aparecerán rodeadas de texto.

`longtable`, `array`, `tabularx`, para el manejo de tablas. Se habló de ellos en el tema 4.3.

`booktabs` aporta mejoras en la presentación de tablas, en particular, los comandos `\toprule`, `\midrule` y `\bottomrule` proporcionan líneas horizontales, de diferente grosor, y más separadas del texto, para poner al principio de la tabla, en el medio y al final.

`graphicx` permite incluir gráficos externos en nuestro documento, así como rotar o escalar texto o gráficos.

`subfigure` nos facilita la inclusión de subfiguras, con leyenda propia, dentro de una figura.

3. Algo de teoría

3.1. Cajas en T_EX

Todos los objetos con los que trabaja L^AT_EX son cajas: las letras, los símbolos, los párrafos, las páginas, etc.

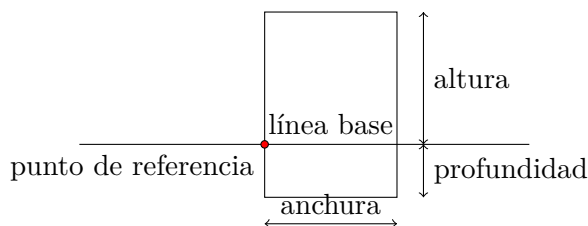


Figura 3.1.: Las tres dimensiones que tiene una caja en T_EX

Cuando L^AT_EX procesa el documento va reuniendo las cajas en una línea horizontal, llamada **línea base**. Usualmente las cajas almacenan caracteres de texto que tienen las tres dimensiones que vemos en la figura 3.1 y que están determinadas en la definición de la fuente.

3.2. Modos de trabajo

Puede parecer que T_EX solo tiene que ir reuniendo cajas horizontalmente para formar líneas, que se apilan para formar párrafos. Sin embargo la realidad es mucho más compleja.

T_EX posee tres personalidades diferentes, cada una de las cuales se desdobla en otras dos. Veamos las características principales de cada uno de los seis modos de trabajo.

Modo horizontal. Agrupa las cajas, unas junto a otras, manteniendo los puntos de referencia sobre la línea base, formando otra nueva caja de ancho igual a la suma de los anchos, altura y profundidad iguales al mayor valor de las cajas individuales.

Modo horizontal ordinario. Lo usa cuando está construyendo párrafos. Se van alineando horizontalmente todos los caracteres del párrafo y luego va cortando para crear las diferentes líneas, todas de la misma anchura, añadiendo pequeños espacios en blanco si fuera necesario.

Modo horizontal estricto. Solo puede alinear las cajas horizontalmente para formar una nueva caja sin posibilidad de dividir en cajas más pequeñas. En este modo no entiende saltos de línea, de párrafo o de página.

Modo vertical. Agrupa las cajas, unas sobre otras, creando una nueva caja.

Modo vertical ordinario. Es el modo por defecto. Recoge las cajas, todas de la misma anchura, del modo horizontal y matemático y las va empaquetando verticalmente. Posteriormente va creando las páginas, tal como las vemos impresas.

Modo vertical interno. Se limita a apilar verticalmente las cajas para crear una nueva caja indivisible. Por ejemplo cuando se construyen las columnas de una tabla de datos o de una matriz.

3. Algo de teoría

Modo matemático. Cuando quiere escribir un símbolo o una fórmula matemática.

Modo matemático ordinario. Compone la fórmula matemática sabiendo que va a estar dentro de un párrafo, por lo que intenta que la altura total de la línea no sea demasiado distinta al resto de líneas.

Modo matemático resaltado. Cuando queremos que aparezca la fórmula centrada y resaltada. Se utilizan operadores de un tamaño mayor y los espacios se manejan de forma diferente.

Según el modo en que esté trabajando, algunas órdenes o caracteres pueden no tener sentido, en este caso puede reaccionar: ignorando el comando, retrasando su ejecución o protestando.

3.3. Los grupos

Puede entenderse como una unidad de trabajo para T_EX, a lo largo de la cual realiza asignaciones de longitudes, contadores, variables, etc. que son olvidadas al finalizar el grupo. Debemos decirle donde empieza y donde termina el grupo, y la forma más sencilla es con dos llaves {}.

```
{\Large Objeto} {\small pequeño}
```

Objeto pequeño

3.4. Comandos

Existen comandos cuyo nombre consiste en \ seguido de otro carácter que no sea una letra

```
Le\'on \ $30\,000$
```

León 30 000

La mayor parte de los comandos empieza por \ seguido del nombre.

```
Primer texto \par Segundo texto \tiny para el compilador \LaTeX
```

Primer texto
Segundo texto para el compilador L^AT_EX

Muchos comandos tienen argumentos sobre los que basan su actuación. Pueden ser obligatorios (irán entre llaves {}) u opcionales (entre []).

```
En $\frac{2-x}{x+4}$ son obligatorios el numerador y el denominador, pero en  
↪ $\sqrt[4]{x^2+16}$, si no ponemos argumento opcional se entiende  
↪ $\sqrt{x^2+16}$
```

En $\frac{2-x}{x+4}$ son obligatorios el numerador y el denominador, pero en $\sqrt[4]{x^2+16}$, si no ponemos argumento opcional se entiende $\sqrt{x^2+16}$

3.5. Entornos

Un entorno es una forma de dar órdenes relativas a un trozo del documento que puede ser extenso y ocupar varias líneas.

```
\begin{center}
Primer texto centrado \par Segundo texto que sigue centrado
\end{center}
```

Primer texto centrado
Segundo texto que sigue centrado

3.6. Definiendo nuevos comandos

Imaginemos una fórmula larga y que se repite varias veces en nuestro documento. Podemos crear un comando para esa fórmula y luego usar el comando en el texto.

```
\newcommand{\derivada}{f'(x_0)=\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x_0+h)-f(x_0)}{h}}
Se define la derivada de una función en un punto como  $\text{\textbackslashderivada}$ 
```

Se define la derivada de una función en un punto como

$$f'(x_0) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x_0 + h) - f(x_0)}{h}$$

Los comandos también pueden admitir argumentos

```
\newcommand{\ecuac}[1]{x^{#1}+y^{#1}=z^{#1}}
Partiendo de  $\text{\textbackslashecuac}{2}$  intentaremos llegar a  $\text{\textbackslashecuac}{3}$  y luego a  $\text{\textbackslashecuac}{n}$ 
```

Partiendo de $x^2 + y^2 = z^2$ intentaremos llegar a $x^3 + y^3 = z^3$ y luego a $x^n + y^n = z^n$

3.7. Contadores

Son números enteros que L^AT_EX utiliza para llevar la cuenta del número de página, número de capítulo, de sección, etc. Cada contador tiene asociado un *nombre* que permite identificarlo.

No hay que confundir el contador (siempre es un número) con su representación (a veces los capítulos se numeran como: A, B, C, ... o las primeras páginas de un libro pueden aparecer como: i, ii, iii, ...)

El comando `\thechapter` imprime la representación del contador, en este caso
 $\hookrightarrow$ del número de capítulo

El comando 3 imprime la representación del contador, en este caso del número de capítulo

3. Algo de teoría

Este ejemplo muestra como se imprime el número de página en diferentes formatos:

- en numeración arábica `\thepage; \renewcommand{\thepage}{\roman{page}}` en
- minúscula `\thepage; \renewcommand{\thepage}{\Roman{page}}` en mayúsculas
- `\thepage`

Este ejemplo muestra como se imprime el número de página en diferentes formatos: en numeración arábica 19; en minúscula XIX; en mayúsculas XIX

A los contadores existentes podemos añadir otros nuevos.

`\newcounter{NombreContador}` Crea un nuevo contador y le asigna cero como valor inicial. Veamos `\theNombreContador`

Crea un nuevo contador y le asigna cero como valor inicial. Veamos 0

El mantenimiento de los valores de un contador existente se realiza con ayuda de los siguientes comandos:

`\setcounter{NombreContador}{32}` Cambia el valor del contador por el valor `$32$`.
→ Dicha asignación actúa desde aquí en adelante. Veamos `\theNombreContador`

Cambia el valor del contador por el valor 32. Dicha asignación actúa desde aquí en adelante. Veamos 32

`\addtocounter{NombreContador}{12}` Incrementa el valor del contador en `$12$` unidades. Veamos `\theNombreContador`

Incrementa el valor del contador en 12 unidades. Veamos 44

3.8. Longitudes

T_EX dispone de dos clases bien diferenciadas de longitudes: las `rígidas` y las `elásticas`.

Las longitudes rígidas tienen un valor preciso que T_EX respeta y las elásticas tienen un valor natural y cierta holgura positiva y/o negativa. Ambas longitudes pueden expresarse en las unidades que se muestran en la tabla 3.1. También en esta tabla aparecen unidades absolutas, las primeras, y unidades relativas a la fuente las tres últimas. Para determinados propósitos las unidades relativas son preferibles a las absolutas.

sp	La unidad más pequeña de T _E X ($1pt = 65536sp$)
pt	Punto ($1pt = 0.351mm$)
mm	Milímetro ($1mm = 2.845pt$)
cm	Centímetro ($1cm = 28.45pt$)
in	Pulgada ($1in = 25.4mm = 72.27pt$)
ex	Altura de una “x” minúscula
em	Anchura de una “M” mayúscula
mu	Unidad matemática ($18mu = 1em$)

Cuadro 3.1.: Algunas unidades de longitud válidas en T_EX

Primer texto `\hspace{12pt}` segundo texto. Deja un espacio horizontal de `$12pt$`.
 ↳ Longitud rígida.

Primer texto segundo texto. Deja un espacio horizontal de *12pt*. Longitud rígida.

Primer texto `\par \vspace{12pt plus 4pt minus 4pt}` segundo texto. Deja un
 ↳ espacio vertical de `$12pt$` pero permite `$4pt$` arriba o abajo. Longitud
 ↳ elástica.

Primer texto

segundo texto. Deja un espacio vertical de *12pt* pero permite *4pt* arriba o abajo. Longitud elástica.

Como en el caso de los contadores, cada longitud tiene un nombre que la identifica y sus valores son números decimales, positivos o negativos.

`\newlength{\NuevaLongitud}` Crea una nueva longitud con valor de `$0pt$`

Crea una nueva longitud con valor de *0pt*

Nótese que, a diferencia de los contadores, el nombre de las longitudes va precedido de la barra inclinada `\`

Para imprimir el valor de una longitud se emplea el comando

`\the\NuevaLongitud` Valor en puntos de la longitud NuevaLongitud

0.0pt Valor en puntos de la longitud NuevaLongitud

`\setlength{\NuevaLongitud}{2.5cm}` Asigna el valor `$2.5cm$` a la NuevaLongitud.
 ↳ Veamos `\the\NuevaLongitud`

Asigna el valor *2.5cm* a la NuevaLongitud. Veamos *71.13188pt*

`\addtolength{\NuevaLongitud}{0.5cm}` Incrementa el valor de la NuevaLongitud en
 ↳ `$0.5cm$`. Veamos `\the\NuevaLongitud`

Incrementa el valor de la NuevaLongitud en *0.5cm*. Veamos *14.22636pt*

3.8.1. Longitudes elásticas

Se comprenden mejor si hemos entendido como compone T_EX los párrafos (para las páginas es igual pero en vertical). Primero coloca todo el texto en una línea de la longitud que sea necesaria, luego divide en varias líneas cuya longitud sea aproximadamente el ancho de la columna o página, haciendo uso de la segmentación silábica. En cada una de estas líneas usa las holguras para que alcancen la longitud deseada añadiendo o quitando dentro de unos márgenes preestablecidos. Si aún estirando o encogiendo al máximo las longitudes elásticas no lo consigue, muestra un mensaje de advertencia.

3. Algo de teoría

Mención especial merece la longitud elástica siguiente —se suele decir que tiene holgura infinita, que puede alcanzar cualquier valor—, se usa para rellenar espacios y su valor depende del contexto.

`\fill`

Si queremos dejar en blanco el interior de una línea escribiremos

Primera parte `\hspace{0pt plus 1 fill}` segunda parte `\par`

Primera parte

segunda parte

Los siguientes comandos aprovechan las bondades de esta longitud elástica.

Con `\hfill` creamos un espacio horizontal para rellenar una línea.

Con _____ creamos un espacio horizontal para rellenar una línea.

Con `\vfill \par` creamos un espacio vertical para rellenar una página, aunque
↪ aquí no se aprecie.

Con _____
creamos un espacio vertical para rellenar una página, aunque aquí no se aprecie.

Con `\hrulefill` creamos una raya horizontal para rellenar una línea.

Con _____ creamos una raya horizontal para rellenar una línea.

Con `\dotfill` rellenamos con puntos el espacio necesario.

Con rellenamos con puntos el espacio necesario.

Con `\rightarrowfill` creamos una flecha para rellenar una línea.

Con _____→ creamos una flecha para rellenar una línea.

Con `\leftarrowfill` flecha a la izquierda hasta rellenar una línea.

Con ←_____ flecha a la izquierda hasta rellenar una línea.

Ejercicio 3.8.1

Solución en la página 90

Trata de reproducir el siguiente texto:

De principio

a fin

Ejercicio 3.8.2

Solución en la página 90

Trata de reproducir el siguiente texto:

Nombre

Ejercicio 3.8.3

Solución en la página 90

Trata de reproducir el siguiente texto:

Nombre DNI

Ejercicio 3.8.4

Solución en la página 90

Trata de reproducir el siguiente texto:

De tal palo —————→tal astilla

3.9. Dividiendo un fichero fuente en trozos

Imaginemos que estamos escribiendo un documento bastante largo. Cuando queramos compilar será difícil localizar los errores. Una solución será trocear nuestro documento grande e ir compilando por trozos para, al final, incluir todos los trozos y realizar una última compilación.

`\input{MiFichero}` sirve para incluir un trozo llamado MiFichero.

Nuestro documento podría tener una estructura parecida a la siguiente:

```
\begin{document}
\chapter{Introducción}
%\input{Intro}
\chapter{Materiales necesarios}
%\input{Neces}
\chapter{Datos preliminares}
\input{Prelim}
\chapter{Resultados finales}
%\input{Finales}
\end{document}
```

Como vemos, los dos primeros están comentados y por tanto no se incluyen en la compilación. Podemos trabajar cómodamente con el fichero “Prelim” y cuando todos estén libres de errores deshacemos los comentarios y hacemos una compilación final.

4. Veamos como hacerlo

Cada una de las secciones de este capítulo está dedicada al *cómo hacerlo con L^AT_EX*. La utilización de alguno de los entornos requerirá el uso de paquetes extra que se indican.

4.1. Listas

Si lo que queremos es una lista numerada usaremos el entorno `enumerate`

<pre>\begin{enumerate} \item Virus ADN bicatenario. \item Virus ADN monocatenario. \item Virus ARN bicatenario. \item Virus ARN monocatenario → positivo. \end{enumerate}</pre>	1. Virus ADN bicatenario. 2. Virus ADN monocatenario. 3. Virus ARN bicatenario. 4. Virus ARN monocatenario positivo.
---	--

Si la lista que queremos es no numerada usaremos `itemize`

<pre>\begin{itemize} \item Hepatitis A. \item Fiebre amarilla. \item Resfriado común. \end{itemize}</pre>	■ Hepatitis A. ■ Fiebre amarilla. ■ Resfriado común.
---	--

El entorno `description` donde cada *item* corresponde a un término que se quiere definir.

<pre>\begin{description} \item [Álgebra] es la rama de las Matemáticas que estudia la combinación de → elementos de estructuras abstractas acorde a ciertas reglas. \item [Aritmética] es la rama de las Matemáticas que estudia los números y las → operaciones elementales hechas con ellos. \item [Geometría] es la rama de las Matemáticas que se ocupa del estudio de las → propiedades de las figuras. \end{description}</pre>	
Álgebra es la rama de las Matemáticas que estudia la combinación de elementos de estructuras abstractas acorde a ciertas reglas.	
Aritmética es la rama de las Matemáticas que estudia los números y las operaciones elementales hechas con ellos.	
Geometría es la rama de las Matemáticas que se ocupa del estudio de las propiedades de las figuras.	

Se pueden anidar, unos dentro de otros, por ejemplo

4. Veamos como hacerlo

```
\begin{enumerate}
\item Virus ADN bicatenario.
\item Virus ADN monocatenario.
\item Virus ARN bicatenario.
\item Virus ARN monocatenario
  ↪ positivo.
  \begin{enumerate}
  \item SARS
  \item Fiebre amarilla
  \item Dengue
  \end{enumerate}
\item Virus de ARN monocatenario
  ↪ negativo.
\end{enumerate}
```

1. Virus ADN bicatenario.
2. Virus ADN monocatenario.
3. Virus ARN bicatenario.
4. Virus ARN monocatenario positivo.
 - a) SARS
 - b) Fiebre amarilla
 - c) Dengue
5. Virus de ARN monocatenario negativo.

Ejercicio 4.1.1

Solución en la página 90

Trata de reproducir el siguiente texto:

1. Carne
2. Fruta
 - a) Manzana
 - b) Naranja
3. Pescado

Ejercicio 4.1.2

Solución en la página 91

Trata de reproducir el siguiente texto:

- Carne
- Fruta
 - Manzana
 - Naranja
- Pescado

Si no nos convence el resultado de nuestras listas, con el paquete `enumitem` podremos tener un control más preciso sobre ellas.

En la imagen 4.1 tenemos las longitudes que podemos modificar, si queremos.

4.2. Incorporación de citas textuales y versos

Para resaltar una cita textual larga suelen usarse dos procedimientos: cambiar el tipo de letra o modificar la longitud de línea para el texto citado. $\text{\LaTeX}$ propone dos entornos para este fin `quotation` que se limita a modificar los márgenes izquierdo y derecho y `quote` que suprime la sangría y aumenta la separación de los párrafos.

Ejercicio 4.2.1

Solución en la página 91

Trata de reproducir el siguiente texto:...el texto que sigue es obra de Terenci Moix en su libro *No digas que fue un sueño*

Reinaba la luna llena sobre el mundo cuando la reducida comitiva dejó atrás la ciudad de Tintris sin entrar en ella. Escucharon desde lejos el bullicio de sus calles, la conformación de una actividad creciente ...

El entorno `verse` se puede utilizar para escribir versos. Cada nuevo verso se separa del anterior mediante `\\`, y las estrofas se separan con una línea en blanco.

Ejercicio 4.2.2

Solución en la página 91

Trata de reproducir el siguiente texto:

Con diez cañones por banda,
viento en popa a toda vela,
no corta el mar, sino vuela,
un velero bergantín:

4.3. Tablas y tabuladores

Empezamos describiendo el entorno `tabular`

```
\begin{tabular}{FormatoColumnas}
PrimeraFila Columna 1 & Columna 2 & Columna 3\\
SegundaFila Columna 1 & Columna 2 & Columna 3\\
\end{tabular}
```

<code>&</code>	Es el carácter que se utiliza para separar columnas.
<code>\\</code>	Inicia una nueva línea (fila).
<code>FormatoColumnas</code>	Se emplea para indicar el número de columnas y la alineación de cada una.
<code>l</code>	Columna alineada a la izquierda.
<code>c</code>	Columna centrada.
<code>r</code>	Columna alineada a la derecha.
<code>pAncho</code>	Crea una columna de un ancho determinado.
<code> </code>	Produce una línea vertical entre columnas.

El siguiente comando crea una línea horizontal que abarca el ancho de la tabla.

```
\hline
```

```
\begin{tabular}{|lcr|}
\hline
Producto & Envasado & Precio\\
\hline
Naranjas & No & $0.87$\\
Patatas & Si & $0.62$\\
Limones & Si & $1.12$\\
\hline
\end{tabular}
```

4. Veamos como hacerlo

```
\hline
\end{tabular}
```

Producto	Envasado	Precio
Naranjas	No	0.87
Patatas	Si	0.62
Limonos	Si	1.12

Como vemos, el ancho de las columnas se ajusta de forma automática, pero eso a veces no nos conviene.

```
\begin{tabular}{lcrp{6cm}}
\hline
Producto & Envasado & Precio & Observaciones\\
\hline
Naranjas & No & $0.87$ & De procedencia valenciana, se presentan en bolsas de
→ $6$ Kg\\
Patatas & Si & $0.62$ & De la denominación ``Patata de Xinzo'', se presentan
→ en bolsas de $5$ kg\\
\hline
\end{tabular}
```

Producto	Envasado	Precio	Observaciones
Naranjas	No	0.87	De procedencia valenciana, se presentan en bolsas de 6 Kg
Patatas	Si	0.62	De la denominación "Patata de Xinzo", se presentan en bolsas de 5 kg

Las líneas verticales están desaconsejadas.

Ejercicio 4.3.1

Solución en la página 91

Trata de reproducir la siguiente tabla:

Grupo	Alumnos
A	19
B	18

4.3.1. Textos que abarcan varias columnas

```
\multicolumn{Numero}{Posición}{Texto}
```

Número Es el número de columnas al que afecta el texto
Posición Debe contener una de las letras l, r o c y puede llevar |
Texto Es el texto de la columna múltiple

```
\begin{tabular}{|l|l|l|l|r|}
\hline
Producto & \multicolumn{2}{c|}{Forma de envasado} & Precio\\
\hline \hline
\end{tabular}
```

```
Naranjas & Malla & Granel & $0.87$\\
Patatas & Malla & Saco & $0.62$\\
\hline
\end{tabular}
```

Producto	Forma de envasado		Precio
Naranjas	Malla	Granel	0.87
Patatas	Malla	Saco	0.62

Para conseguir una raya horizontal desde la columna x a la columna y tenemos el comando

```
\cline{x-y}
```

```
\begin{tabular}{lrrrr}
\multicolumn{5}{c}{Elecciones europeas de $1994(\%)$} \hline
& \multicolumn{4}{c}{Edad} \cline{2-5}
& 18--24 & 25--44 & 45--64 & 65 y más \cline{2-5}
PSOE & 10.8 & 15.6 & 19.9 & 29.8 \\
PP & 20.3 & 19.3 & 26.5 & 22.1 \hline
\end{tabular}
```

Elecciones europeas de 1994(%)				
	Edad			
	18-24	25-44	45-64	65 y más
PSOE	10.8	15.6	19.9	29.8
PP	20.3	19.3	26.5	22.1

Si además se desea que las tablas vayan numeradas y tengan una leyenda se pueden colocar en el entorno flotante `table`

Ejercicio 4.3.2

Solución en la página 91

Trata de reproducir la siguiente tabla:

	Casos	Curados	Fallecidos
España	1 684 647	150 376	46 252
Galicia	51 557	9 204	1 246
Madrid	354 326	40 736	11 426
Cataluña	310 141	26 203	8 126

Ejercicio 4.3.3

Solución en la página 92

Trata de reproducir la siguiente tabla:

Grupo	Medida (en % de respuestas correctas)					
	Lectura		Sílabas		Fonemas	
	M	SD	M	SD	M	SD
Experimental	82.7	10.2	87.2	10.4	81.6	13.0
Control	77.9	16.9	86.5	10.0	82.4	12.4

4. Veamos como hacerlo

4.3.2. El paquete array

Aporta herramientas para que una determinada columna pueda estar en itálica, en negrita, etc.

Si un determinado formato de columna se va a repetir varias veces podemos crear un nuevo tipo de columna

```
\newcolumnntype{x}{>{DeclaraInicio}z<{DeclaraFin}}
```

Declara a x como el nuevo tipo de columna; z es una de la letras l, r, c y *DeclaraInicio* (*DeclaraFin*) son las actuaciones a realizar antes (después) de imprimir la columna justificada según el valor de z .

```
\newcolumnntype{L}{>{\itshape}l}  
\begin{tabular}{lL}  
\hline  
Fernando de Rojas & La Celestina\\  
Arcipreste de Hita & El libro del buen amor\\  
\hline  
\end{tabular}
```

Fernando de Rojas	<i>La Celestina</i>
Arcipreste de Hita	<i>El libro del buen amor</i>

Ejercicio 4.3.4

Solución en la página 92

Trata de reproducir la siguiente tabla:

Pepe Ferro	Presidente
Loli Fuertes	Tesorera

En tablas con líneas horizontales, las letras mayúsculas quedan muy cerca de ellas. Podemos modificar esa longitud para permite añadir una altura adicional a cada línea de la tabla mejorando el resultado.

```
\setlength{\extrarowheight}{2pt}
```

4.3.3. El paquete tabularx

El ancho de la tabla se establece de forma obligatoria.

```
\begin{tabularx}{Ancho}{FormatoColumnas}  
PrimeraFila Columna 1 & Columna 2 & Columna 3\\  
SegundaFila Columna 1 & Columna 2 & Columna 3\\  
\end{tabularx}
```

Ancho	Longitud que corresponde al ancho de la tabla, por ejemplo: 6cm, o $\text{\textbackslash linewidth}$ (ancho de la línea actual)
FormatoColumnas	Además de los habituales, añade el tipo X, cuyo ancho calcula internamente, para que la tabla pueda alcanzar el ancho que le pedimos.

```

\begin{tabularx}{0.85\linewidth}{lcrX}
\hline
Producto & Envasado & Precio & Observaciones \\
\hline
Naranjas & No & $0.87$ & De procedencia valenciana, se presentan en bolsas de $6$ Kg \\
Patatas & Si & $0.62$ & De la denominación ``Pataca de Xinzo'' \\
\hline
\end{tabularx}

```

Producto	Envasado	Precio	Observaciones
Naranjas	No	0.87	De procedencia valenciana, se presentan en bolsas de 6 Kg
Patatas	Si	0.62	De la denominación "Pataca de Xinzo"

4.3.4. El paquete dcolumn

Cuando una columna tiene decimales, puede resultarnos interesante alinearla por el separador decimal.

El paquete `dcolumn` introduce un nuevo especificador de columna, similar a l, r, c, pero con tres argumentos:

```
D{SepTex}{SepFinal}{Decimales}
```

- SepTex Es el carácter que se usa como separador de decimales en el fichero fuente; generalmente será el punto (.)
- SepFinal Es el separador de los decimales que se usará al imprimir (que en castellano, hasta hace bien poco, era la coma).
- Decimales Es el número máximo de cifras decimales. Si es negativo puede usarse cualquier número de decimales con el inconveniente de que la columna puede resultar demasiado ancha.

Podemos definir nuestro tipo de columna para estos menesteres. A continuación vemos algún ejemplo:

```

\newcolumnntype{P}{D{.}{.}{-1}}
\newcolumnntype{C}{D{.}{,}{2}}

```

El primer tipo P sería para columnas con separador decimal “.” en entradas y salidas y con cualquier número de decimales.

Una vez definido en el preámbulo el tipo de columna que nos interese, ya podemos usarlo en nuestras tablas. El tipo C que acabamos de definir lo usaremos si el punto es el separador decimal en la entrada pero queremos la coma como separador de salida y dos decimales.

```

\begin{tabular}{lC}
\hline
Andalucía & 117.30 \\
Aragón & 152.8 \\
Galicia & 96.52 \\
\hline

```

4. Veamos como hacerlo

```
\end{tabular}
```

Andalucía	117,30
Aragón	152,8
Galicia	96,52

Ejercicio 4.3.5

Solución en la página 92

Trata de reproducir la siguiente tabla:

Producto	Precio
Café	0,85
Pipas	1
Refresco	1,2

4.3.5. El paquete longtable

Cuando L^AT_EX compone una tabla, mira el espacio que le queda en la página y si es menor que el alto de la tabla, empieza una nueva página. El resultado puede no ser satisfactorio. Tenemos una solución que sería colocar nuestra tabla en un entorno flotante `table` que veremos más adelante.

A veces nuestra tabla es más larga que la página, entonces no queda más remedio que cortarla. El entorno `longtable` nos proporciona las herramientas.

```
\begin[Posición]{longtable}{FormatoColumnas}
\caption{TextoLeyenda}\\
... \endfirsthead
... \endhead
... \endfoot
... \endlastfoot
PrimeraFila Columna 1 & Columna 2 & Columna 3\\
SegundaFila Columna 1 & Columna 2 & Columna 3\\
...
\end{longtable}
```

Posición Puede tomar los valores c, l, r para indicar si la tabla estará centrada, alineada a la izquierda, o a la derecha.

\endfirsthead Marca el final de lo que aparecerá como cabecera de la tabla en la primera página.

\endhead Marca el final de lo que aparecerá como cabecera en las páginas siguientes.

\endfoot Marca el final de lo que aparecerá como pie de tabla en todas las páginas menos en la última.

\endlastfoot Marca el final de lo que aparecerá como pie en la última página de la tabla.

Se recomienda consultar el manual del paquete en caso de que sea necesario usarlo.

4.3.6. El paquete multirow

El comando `\multicolumn` del entorno tabular permite agrupar varias columnas de una tabla, pero no existe un comando análogo para agrupar filas. El paquete `multirow` nos proporciona un comando con esa finalidad.


```
\multirow{Número}{Ancho}{Texto}
```

Número Es el número de filas a agrupar.

Ancho Determina la anchura de la columna en que aparecerá el Texto.

Texto Es el texto a incluir.

```
\begin{tabular}{lC}
\hline
\multirow{3}{6em}{Galicia}& Nuevos casos & 769\\
& Diagnosticados últimas 24 horas & 239\\
& Incidencia acumulada 14 días & 178.81\\
\hline
\end{tabular}
```

	Nuevos casos	769
Galicia	Diagnosticados últimas 24 horas	239
	Incidencia acumulada 14 días	178,81

Ejercicio 4.3.6

Solución en la página 92

Trata de reproducir el siguiente texto:

Presión asistencial	% de hospitalizados:	4,76
	% en UCI:	7,04

4.4. Figuras y otros objetos flotantes

La inclusión de figuras entraña cierta dificultad. Normalmente tienen relación con un párrafo y nos gustaría que estuvieran allí, pero eso muchas veces no es posible, porque no caben en lo que resta de página o porque varias figuras separadas por unas pocas líneas no resultan estéticas. Es entonces que nacen lo que llamamos entornos flotantes. Le decimos a $\text{\LaTeX}$ que las coloque donde mejor sea y nosotros en el texto haremos referencia a ellas.

```
\begin{figure}[Posición]
Objeto
\caption{TextoLeyenda}
\label{Leyenda}
\end{figure}
```

Posición Puede incluir uno o varios de los valores siguientes: h aquí (here), t al comienzo de la página (top), b al final (bottom), p en una página final que no contiene texto, solo flotantes.

Objeto Cualquier cosa que se incluya, puede ser un dibujo hecho por nosotros o una fotografía.

\caption Sirve para ponerle al objeto una leyenda descriptiva.

\label Etiqueta o nombre que le damos al objeto para referirnos a él en el texto.

Con el siguiente código podría insertar el gráfico con el logo del IES en la primera ocasión que tenga, pero siempre después del flotante anterior.

4. Veamos como hacerlo

```
\begin{figure}[h]
\includegraphics[scale=1]{LogoInsti2}
\caption{Logo del IES Blanco Amor}
\label{Logo}
\end{figure}
```

Lo mismo que hacemos con las figuras, podemos hacerlo con las tablas, hacerlas flotar.

```
\begin{table}[Posición]
Objeto
\caption{TextoLeyenda}
\label{Leyenda}
\end{table}
```

4.4.1. Flotantes al final del documento: el paquete endfloat

En ocasiones es preferible que las figuras y tablas estén separadas del texto y agrupadas al final del documento. El paquete `endfloat` cumple esta misión.

4.4.2. Figuras y tablas pequeñas: el paquete wrapfig

Cuando las figuras son relativamente pequeñas, los entornos `figure` y `table` pueden dejar mucho espacio en blanco en la página. En estos casos, es razonable permitir que el texto circunde a esta, por la derecha o por la izquierda.

El paquete `wrapfig` está indicado para la inclusión de pequeñas figuras o tablas dentro de un párrafo.

```
\begin{wrapfigure}[Número]{Posición}[Amplia]{Ancho}
Objeto
\caption{TextoLeyenda}
\label{Leyenda}
\end{table}
```

Posición	Toma solo uno de los valores: l, r, i, o, L, R, I, O (izquierda, derecha, cerca y lejos del lomo; con minúsculas para colocarlas exactamente ahí y con mayúsculas para permitirles flotar).
Ancho	Anchura de la figura
Número	L ^A T _E X calcula el número de líneas que necesita, pero a veces puede ser de utilidad indicárselo manualmente.
Amplia	Es una longitud que controla el espacio que le está permitido ocupar más allá del margen.

```
\begin{wrapfigure}{l}{2cm}
\includegraphics[scale=1]{LogoInsti2}
\end{wrapfigure}
```

Cuenta el instituto con más de \$60\$ años de historia y por tanto, atesora las
→ vivencias de buena parte de los ourensanos que somos hoy en día. `\par`
→ Paseando en la oscuridad de la noche por sus largos corredores, se pueden
→ escuchar las conversaciones de Blanco Amor, Rosa Gómez, Olga Novo, `\dots`



Cuenta el instituto con más de 60 años de historia y por tanto, atesora las vivencias de buena parte de los ourensanos que somos hoy en día.
Paseando en la oscuridad de la noche por sus largos corredores, se pueden escuchar las conversaciones de Blanco Amor, Rosa Gómez, Olga Novo,...

4.4.3. Figuras dentro de figuras: el paquete subfigure

Este paquete proporciona herramientas para la inclusión, dentro de los entornos `figure` o `table` de elementos (subfiguras o subtablas) con leyenda propia y que deban ser referenciados de forma independiente.

```
\subfigure[TextoLeyenda]{Objeto}
\subtable[TextoLeyenda]{Objeto}
```

Con el siguiente ejemplo incluiríamos los logotipos del IES y de la Xunta, centrados.

```
\begin{figure}
\centering
\subfigure[IES]{\includegraphics[scale=1]{Figuras\LogoInsti2}} \quad
\subfigure[Xunta]{\includegraphics[scale=1]{Figuras\LogoXunta}}
\end{figure}
```

4.4.4. Personalizando leyendas: el paquete caption

Por defecto $\text{\LaTeX}$ coloca la leyenda centrada, en el caso de que no ocupe más de una línea.

El paquete `caption` implementa opciones y herramientas para personalizar las leyendas que aparecen en los entornos `figure` y `table`.

4.5. Cajas, enmarcado de texto y líneas

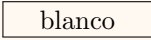
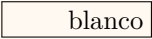
```
\mbox{Objeto}
\fbbox{Objeto}
\makebox[Ancho][Posición]{Objeto}
\framebox[Ancho][Posición]{Objeto}
```

Los comandos `\mbox` y `\fbbox` crean una caja que contiene al *Objeto* y el segundo de ellos le pone además un marco (frame) a dicha caja. Los comandos `\makebox` y `\framebox` producen cajas (con marco y sin marco, respectivamente) de anchura *Ancho*, colocando el objeto en cierta *Posición* dentro de esa caja.

- Ancho Puede ser cualquier longitud. Por ejemplo: `\width`, `\height`, `\depth`, corresponden respectivamente al ancho del objeto, a la altura o profundidad con respecto a la línea base.
- Posición Fija la posición del *objeto* dentro de la caja. Puede tomar como valor: l, r, c, s, según que queramos indicar: izquierda, derecha, centrado y estirado a lo ancho.

4. Veamos como hacerlo

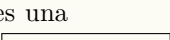
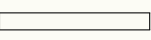
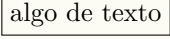
Colocamos la palabra `\framebox[2\width]{blanco}` en el centro de una caja de
→ ancho el doble de su tamaño y ahora la misma palabra en el mismo marco
→ alineada a la derecha `\framebox[2\width][r]{blanco}`. Pero también podemos
→ estirar la frase `\framebox[2\width][s]{era blanco}` para que ocupe toda la
→ caja.

Colocamos la palabra  en el centro de una caja de ancho el doble de su tamaño y
ahora la misma palabra en el mismo marco alineada a la derecha . Pero también
podemos estirar la frase  para que ocupe toda la caja.

Ejercicio 4.5.1

Solución en la página 93

Trata de reproducir la siguiente tabla:

La siguiente es una  caja sin borde de 2 cm parecida a la siguiente  y
esta otra con 

4.5.1. Pequeñas páginas en medio del texto: el entorno minipage

Las cajas que acabamos de ver son aptas para textos cortos, siempre inferiores al ancho de la línea y al tratarse de comandos en modo horizontal no pueden incluir saltos de párrafo.

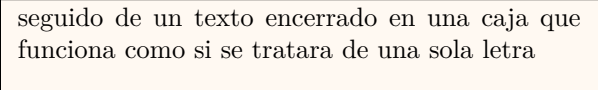
Para textos con varias líneas tenemos las dos soluciones siguientes:

```
\parbox[Posición][Alto][PosRelat]{Ancho}{Objeto}
```

```
\begin{minipage}[Posición][Alto][PosRelat]{Ancho}
Objeto
\end{minipage}
```

Ancho	Establece la anchura de la caja.
Objeto	Puede ser un texto o cualquier otro objeto.
Posición	Posición con respecto a la línea base del texto. Puede tomar los valores: t, b, c que corresponden a parte superior (top), inferior (bottom) o centro.
Alto	Altura de la caja. Si no se pone toma el alto necesario.
PosRel	Fija la posición relativa del objeto dentro de la caja. Solo tiene sentido si se ha fijado una altura mayor de la necesaria.

Texto `\fbox{`
`\begin{minipage}[b][1.5\height][t]{0.5\textwidth}`
seguido de un texto encerrado en una caja que funciona como si se tratara de una
→ sola letra
`\end{minipage}`
`}` y más texto.

Texto  y más texto.

Ejercicio 4.5.2

Solución en la página 93

Trata de reproducir el siguiente texto utilizando todos los parámetros de parbox:

Un operario de Indonesia gana 2.5€ por unas zapatillas que compramos en la tienda por 120€

Las zapatillas por las que un consumidor pagó 120 euros, el minorista las compró por 55 euros al distribuidor, que a su vez las había adquirido a cincuenta euros a la marca, que había pagado por ellas 20 euros al fabricante.

4.5.2. Líneas

Las líneas de cualquier grosor, pueden considerarse cajas rellenas de tinta (cajas negras).

```
\rule[Desplazamiento]{Ancho}{Alto}
```

Desplazamiento	Desplazamiento con respecto a la línea base.
Ancho	Anchura de la caja (longitud de la línea).
Alto	Altura de la caja (grosor de la línea).

Empezamos con una línea de 2cm de largo y 2mm de grosor `\rule{2cm}{2mm}`
 → seguida de un filete `\rule[-2mm]{1cm}{5mm}` y más texto. `\par`
`\rule{\linewidth}{0.5pt}` `\par`
`\rule{0.5\linewidth}{2pt}`

Empezamos con una línea de 2 cm de largo y 2 mm de grosor seguida de un filete y más texto.

Ejercicio 4.5.3

Solución en la página 93

Trata de reproducir el siguiente texto:

Dibujamos una línea a lo largo de todo el texto, de 2pt de grosor

y luego otra solo 2 cm de largo y 10pt de grosor.

4.5.3. Cajas llamativas: el paquete tcolorbox

Si necesitamos cajas llamativas podemos usar el paquete `tcolorbox` que aporta funcionalidades para obtener cajas como las que aparecen en este texto.

4.6. Escribir en columnas: el paquete multicol

En las clases de documento usuales, L^AT_EX escribe a una columna, salvo que se use la opción `twocolumn` al cargar la clase en el preámbulo.

Si lo que queremos es un trozo de texto en varias columnas, `multicol` permite escribir textos en varias columnas dentro de una misma página, equilibrando la longitud de las columnas para conseguir un efecto estético agradable.

4. Veamos como hacerlo

```
\begin{multicols}{Número}  
Texto  
\end{multicols}
```

Número. Es el número de las columnas en que se imprimirá el texto
El paquete se puede personalizar modificando alguna de las tres longitudes siguientes:

```
\columnsep  
\columnseprule  
\multicolsep
```

La primera es la separación entre columnas, la segunda el grosor de la línea vertical que las separa (por defecto tiene grosor cero), la tercera determina el espacio por encima y por debajo con respecto al texto que circunda.

```
\begin{multicols}{3}
```

Cuando las columnas son estrechas, la frecuencia de palabras segmentadas con
→ guiones aumenta considerablemente, en detrimento de la estética. Algunos
→ autores optan entonces por suprimir la justificación al margen derecho, o
→ reducir el número de columnas.

```
\end{multicols}
```

Cuando las columnas son estrechas, la frecuencia de palabras segmentadas con guiones	aumenta considerablemente, en detrimento de la estética. Algunos	suprimir la justificación al margen derecho, o reducir el número de columnas.
--	--	---

4.7. Notas a pie de página

Se generan con el comando

```
\footnote{Texto}
```

Pero fue justamente la misma escuela pitagórica la que descubrió la
→ inconmensurabilidad del lado del cuadrado respecto a su diagonal
→ descubrimiento de la irracionalidad de $\sqrt{2}$ es atribuido por algunos
→ al mismo Pitágoras, parece que sin autoridad suficiente, y por otros a algún
→ pitagórico del siglo-V (la irracionalidad de $\sqrt{2}$), lo que constituye
→ el primer ejemplo de una demostración de imposibilidad en Matemáticas.

Pero fue justamente la misma escuela pitagórica la que descubrió la inconmensurabilidad del lado del cuadrado respecto a su diagonal^a (la irracionalidad de $\sqrt{2}$), lo que constituye el primer ejemplo de una demostración de imposibilidad en Matemáticas.

^aEl descubrimiento de la irracionalidad de $\sqrt{2}$ es atribuido por algunos al mismo Pitágoras, parece que sin autoridad suficiente, y por otros a algún pitagórico del siglo V

4.7.1. Notas al pie en tablas

L^AT_EX no permite utilizar el comando `\footnote` en un entorno `tabular`. Al igual que en el entorno `minipage`, para incluir notas en esta situación se utiliza el comando `\footnotemark` en la celda que corresponda y el comando `\footnotetext` con posterioridad a la finalización del entorno, en cualquier parte del texto que esté situado en la misma página.

4.7.2. Notas al margen

Incluir notas al margen es tan sencillo como incluirlas a pie de página.

```
\marginpar{TextoDerecha}
```

4. Veamos como hacerlo

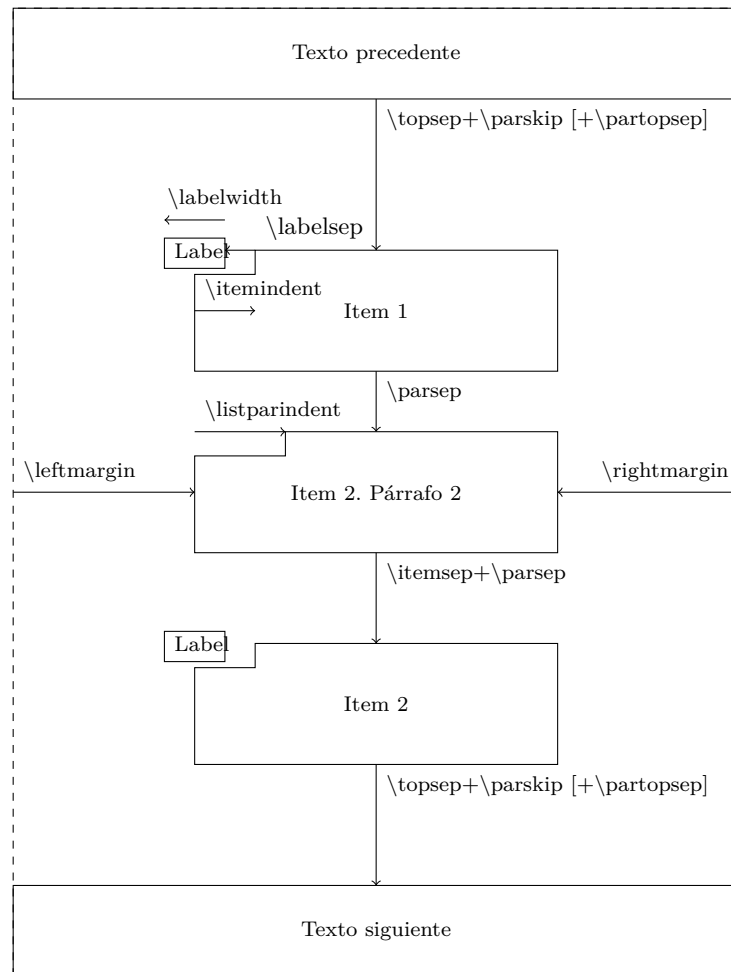


Figura 4.1.: Lista de parámetros

5. Escribiendo Matemáticas

Partimos de la idea de que a T_EX las fórmulas se le “dictan”, por ejemplo, si queremos escribir una fracción, le decimos que se trata de una fracción, luego le indicamos el numerador y por último el denominador. De todo lo demás se encarga el compilador.

Usaremos funcionalidades de los paquetes `amsmath`, `amsthm` y `amssymb`

5.1. Como declarar el modo matemático

Si la fórmula que queremos escribir está dentro de un párrafo junto con texto normal entraremos en modo matemático ordinario

Resuelve la siguiente ecuación `\cos^2x-\sin^2x=0`, indicando todas las
→ soluciones posibles.

Resuelve la siguiente ecuación $\cos^2 x - \sin^2 x = 0$, indicando todas las soluciones posibles.

Si deseamos que la fórmula esté resaltada, poniéndola centrada en una línea aparte, usaremos el modo matemático resaltado.

Resuelve la siguiente ecuación `$$\frac{x^2-2x+1}{x^2-1}+\frac{x-1}{x+1}=1$$`

Resuelve la siguiente ecuación

$$\frac{x^2 - 2x + 1}{x^2 - 1} + \frac{x - 1}{x + 1} = 1$$

Si queremos que nuestra fórmula, además de resaltada, aparezca numerada, disponemos de entorno `equation`.

La identidad de Euler pasa por ser una de las fórmulas más bellas del mundo.

```
\begin{equation}
e^{i \cdot \pi} + 1 = 0
\end{equation}
```

La identidad de Euler pasa por ser una de las fórmulas más bellas del mundo.

$$e^{i \cdot \pi} + 1 = 0 \tag{5.1}$$

Cuando T_EX entra en modo matemático, su forma habitual de comportamiento se ve afectada, entre otras por las siguientes reglas:

- Escribirá con un tipo de letra itálica especial que solo usa para las fórmulas.
- No respeta los espacios, solo deja espacios cuando él cree que debe hacerlo.

5. Escribiendo Matemáticas

- No permite escribir vocales acentuadas dentro de este modo (si tenemos que escribir una palabra con tilde usaremos una caja `\mbox`).

Ejercicio 5.1.1

Solución en la página 93

Trata de reproducir el siguiente texto:

Factoriza el siguiente polinomio: $x^3 - x^2 - 4x + 4$

Ejercicio 5.1.2

Solución en la página 93

Trata de reproducir el siguiente texto:

Simplifica la siguiente expresión

$$\frac{5x - 5}{x^2 - 1}$$

5.2. Exponentes y subíndices

Para Indicar el exponente usamos el acento circunflejo y para los subíndices la barra baja. Si tienen más de un carácter irán agrupados entre llaves.

Ejemplo de exponentes `$$5^x+3^{\{x+y\}}+(x^2-4)^{\{2x+1\}}+3^{\{(w+1)^2\}}$$`

Ejemplo de exponentes

$$5^x + 3^{x+y} + (x^2 - 4)^{2x+1} + 3^{(w+1)^2}$$

Ejercicio 5.2.1

Solución en la página 93

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$3^7 \cdot 3^{-2} = 3^5$$

Ejemplo de subíndices `$$a_i+a_{\{ij\}}+z^2_k$$`

Ejemplo de subíndices

$$a_i + a_{ij} + z_k^2$$

Ejercicio 5.2.2

Solución en la página 93

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$a_{ij} + b_{ij} = c_{ij}$$

5.3. Raíces

Podemos escribir `$$\sqrt[4]{2x+3}$$`, pero también `$$\sqrt{2+x}$$` si se trata de una
↪ raíz cuadrada.

Podemos escribir $\sqrt[4]{2x+3}$, pero también $\sqrt{2+x}$ si se trata de una raíz cuadrada.

También se pueden anidar `$$\sqrt[4]{2+\sqrt[3]{2}}$$`

También se pueden anidar

$$\sqrt[4]{2 + \sqrt[3]{2}}$$

Ejercicio 5.3.1

Solución en la página 93

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$\sqrt{2 \cdot \sqrt{2}} + 2\sqrt[4]{2^3}$$

5.4. Fracciones y binomiales

Además del comando

`\frac{Numerador}{Denominador}`

que ya conocemos, el paquete `amsmath` proporciona algunos comandos relacionados con las fracciones y con las expresiones binomiales.

Podemos conseguir fracciones más grandes `$$\dfrac{5x-7}{4x+3}$$` dentro del modo $\rightarrow$ matemático en línea.

Podemos conseguir fracciones más grandes $\frac{5x-7}{4x+3}$ dentro del modo matemático en línea.

Pero lo normal es que las fracciones se escriban en modo resaltado

$\rightarrow$ `$$\frac{3x+1}{5x-2}+\frac{x+4}{2x-4}$$`

Pero lo normal es que las fracciones se escriban en modo resaltado

$$\frac{3x+1}{5x-2} + \frac{x+4}{2x-4}$$

Lo mismo para las expresiones binomiales `$(a+b)^n=\binom{n}{0}a^n+$`

$\rightarrow$ `\binom{n}{1}a^{n-1}b+\dots+\binom{n}{n}b^n$`

Lo mismo para las expresiones binomiales

$$(a+b)^n = \binom{n}{0}a^n + \binom{n}{1}a^{n-1}b + \dots + \binom{n}{n}b^n$$

Ejercicio 5.4.1

Solución en la página 93

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$\binom{3}{0} + \binom{3}{1} + \binom{3}{2} + \binom{3}{3} = 2^3$$

Ejercicio 5.4.2

Solución en la página 93

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$\binom{4}{1} + \binom{4}{2} = \binom{5}{2}$$

Ejercicio 5.4.3

Solución en la página 94

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$\frac{\frac{3}{4} + \frac{2}{5}}{\frac{32}{5} - \frac{1}{2}}$$

5.5. Textos y espacios dentro de una fórmula

Mencionamos anteriormente que, si queremos escribir un texto dentro de una fórmula, podemos usar las cajas `\mbox`.

Sea la función `$f(x)=\sqrt{x}$` `\mbox{ siempre que } x \geq 0$`

Sea la función $f(x) = \sqrt{x}$ siempre que $x \geq 0$

Con los paquetes $\mathcal{AMS}$ tenemos además el comando `\text` que adapta el tamaño de las letras a la posición en la que se incluyen.

Sea la función `$f(x)=\frac{\text{Numerador de la fracción}}{\text{Denominador de la fracción}}$`

Sea la función $f(x) = \frac{\text{Numerador de la fracción}}{\text{Denominador de la fracción}}$

Ejercicio 5.5.1

Solución en la página 94

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$\sin \alpha = \frac{\text{Cateto opuesto al ángulo}}{\text{Hipotenusa}}$$

Además de los espacios horizontales creados con `\hspace`, en modo matemático podemos usar estos otros (señalaré solo los más usados).

El comando `$\,$` o también `$\thinspace$` crea un pequeño espacio. Lo podemos usar como separador de miles en los números grandes. Ejemplo:

en España viven `$47\,332\,614$` personas, según el INE.

El comando `\quad` o también `\qquad` crea un pequeño espacio. Lo podemos usar como separador de miles en los números grandes. Ejemplo: en España viven 47 332 614 personas, según el INE.

El comando `\quad` crea un espacio grande y `\qquad` más grande todavía. `$$\sin`
 $\rightarrow \alpha = \frac{y}{h} \quad \cos \alpha = \frac{x}{h} \quad \tan \alpha = \frac{y}{x}$
 $\rightarrow \frac{y}{x}$

El comando `\quad` crea un espacio grande y `\qquad` más grande todavía.

$$\sin \alpha = \frac{y}{h} \quad \cos \alpha = \frac{x}{h} \quad \tan \alpha = \frac{y}{x}$$

5.6. Tamaño de las fórmulas matemáticas

Los comandos `\large`, `\huge`, etc, para cambiar el tamaño del texto, no funcionan en modo matemático.

Por otra parte, el tamaño y la distribución de algunos operadores depende de si estamos en modo matemático normal o resaltado. Veamos los dos ejemplos siguientes:

Si la fórmula está en una línea `$$\sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} = \frac{\pi^2}{6}$$` se ve diferente que si está resaltada
 $\rightarrow \sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} = \frac{\pi^2}{6}$
 $\rightarrow \sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} = \frac{\pi^2}{6}$

Si la fórmula está en una línea $\sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} = \frac{\pi^2}{6}$ se ve diferente que si está resaltada

$$\sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} = \frac{\pi^2}{6}$$

Ejercicio 5.6.1

Solución en la página 94

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$f(a+h) = f(a) + \frac{f'(a)h}{1} + \frac{f''(a)h^2}{2!} + \dots + \frac{f^{(n)}(a)h^n}{n!} + o(h^n)$$

5.7. Letras griegas

Los comandos para producir las letras griegas minúsculas consisten en la barra inclinada `\` unida al nombre en inglés de la letra. Para las mayúsculas pondremos la primera letra del nombre en mayúscula.

`$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, \lambda, \mu, \pi, \dots$` y también `$$\Gamma, \Delta, \Lambda, \Phi, \Sigma, \Omega$`

$\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, \lambda, \mu, \pi, \dots$ y también $\Gamma, \Delta, \Lambda, \Phi, \Sigma, \Omega$

5.8. Símbolos, operadores y relaciones

Además de los símbolos que se pueden obtener por teclado, L^AT_EX tiene multitud de comandos para obtener cualquier operador. Vamos a escribir solo los más usados.

<code>\leq</code>	<code>\par</code>	$\leq$	<code>\perp</code>	<code>\par</code>	$\perp$
<code>\geq</code>	<code>\par</code>	$\geq$	<code>\parallel</code>	<code>\par</code>	$\parallel$
<code>\equiv</code>	<code>\par</code>	$\equiv$	<code>\subset</code>	<code>\par</code>	$\subset$
<code>\approx</code>	<code>\par</code>	$\approx$	<code>\supset</code>	<code>\par</code>	$\supset$
<code>\neq</code>	<code>\par</code>	$\neq$	<code>\in</code>	<code>\par</code>	$\in$

Mostramos ahora algunos de los comandos para los símbolos de las operaciones binarias.

<code>a \pm r</code>	<code>\par</code>	$a \pm r$	<code>A \cap B</code>	<code>\par</code>	$A \cap B$
<code>m \times n</code>	<code>\par</code>	$m \times n$	<code>A \cup B</code>	<code>\par</code>	$A \cup B$
<code>a \cdot b</code>	<code>\par</code>	$a \cdot b$	<code>A \otimes B</code>	<code>\par</code>	$A \otimes B$
<code>g \circ f</code>	<code>\par</code>	$g \circ f$	<code>A \setminus B</code>	<code>\par</code>	$A \setminus B$

A continuación, algunas de las flechas que podemos dibujar.

<code>\leftarrow</code>	<code>\par</code>	$\leftarrow$	<code>\rightarrow</code>	<code>\par</code>	$\rightarrow$
<code>\longleftarrow</code>	<code>\par</code>	$\longleftarrow$	<code>\longrightarrow</code>	<code>\par</code>	$\longrightarrow$
<code>\Leftrightarrow</code>	<code>\par</code>	$\Leftrightarrow$	<code>\Rightarrow</code>	<code>\par</code>	$\Rightarrow$
<code>\Longleftarrow</code>	<code>\par</code>	$\Longleftarrow$	<code>\Longrightarrow</code>	<code>\par</code>	$\Longrightarrow$

Pero también

<code>\leftrightarrow</code>	<code>\par</code>	$\leftrightarrow$	<code>\Leftrightarrow</code>	<code>\par</code>	$\Leftrightarrow$
<code>\longleftrightarrow</code>	<code>\par</code>	$\longleftrightarrow$	<code>\Longleftrightarrow</code>	<code>\par</code>	$\Longleftrightarrow$
<code>\uparrow</code>	<code>\par</code>	$\uparrow$	<code>\Uparrow</code>	<code>\par</code>	$\Uparrow$
<code>\downarrow</code>	<code>\par</code>	$\downarrow$	<code>\Downarrow</code>	<code>\par</code>	$\Downarrow$
<code>\updownarrow</code>	<code>\par</code>	$\updownarrow$	<code>\Updownarrow</code>	<code>\par</code>	$\Updownarrow$

5.9. Símbolos matemáticos

Mostramos ahora algunos de los símbolos matemáticos más usados.

<code>\emptyset</code>	<code>\par</code>	$\emptyset$	<code>\infty</code>	<code>\par</code>	∞
<code>\nabla</code>	<code>\par</code>	∇	<code>\triangle</code>	<code>\par</code>	$\triangle$
<code>\forall</code>	<code>\par</code>	$\forall$	<code>\backslash</code>	<code>\par</code>	$\backslash$
<code>\exists</code>	<code>\par</code>	$\exists$	<code>\{</code>	<code>\par</code>	$\{$
<code>\partial</code>	<code>\par</code>	∂	<code>\}</code>	<code>\par</code>	$\}$

El siguiente comando

`\not`

situado justo antes de un símbolo produce la negación de este. Por ejemplo:

`x \not\in A \quad A \not\subset B`

$x \notin A \quad A \not\subset B$

Ejercicio 5.9.1

Solución en la página 94

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$X \setminus (A \cup B) = (X \setminus A) \cap (X \setminus B)$$

Ejercicio 5.9.2

Solución en la página 94

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$x \notin A, \text{ pero } x \in B \implies B \not\subset A$$

Ejercicio 5.9.3

Solución en la página 94

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta + \cos \alpha \cdot \sin \beta$$

Ejercicio 5.9.4

Solución en la página 94

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$(g \circ f)(x) = g[f(x)]$$

5.10. Integrales y sumatorios

El signo de integración se obtiene con `\int`. `\par`

Por ejemplo: `\int \frac{1}{1+x^2} dx`

El signo de integración se obtiene con $\int$.

Por ejemplo:

$$\int \frac{1}{1+x^2} dx$$

El signo de sumatorio se obtiene con `\sum`. `\par`

Por ejemplo: `\sum \frac{1}{r^2}`

El signo de sumatorio se obtiene con $\sum$.

Por ejemplo:

$$\sum \frac{1}{r^2}$$

5. Escribiendo Matemáticas

En ambos casos se pueden incluir límites inferiores y superiores. El tamaño y resultado obtenido dependerá de si estamos en el modo matemático en línea o en el resaltado.

En el modo en línea `\int_{0}^{1}x^2dx` se ajusta el tamaño
 $\rightarrow$ `\sum_{0}^{\infty}r^2`

En el modo en línea $\int_0^1 x^2 dx$ se ajusta el tamaño $\sum_0^\infty r^2$

En el modo resaltado, los símbolos son más grandes
`$$\int_{0}^{1}x^2dx\quad \quad \sum_{r=0}^{\infty}r^2$$`

En el modo resaltado, los símbolos son más grandes

$$\int_0^1 x^2 dx \quad \quad \sum_{r=0}^{\infty} r^2$$

Ejercicio 5.10.1

Solución en la página 94

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$\int_0^1 x^4 dx = \frac{1}{5}$$

5.11. Paréntesis, corchetes, llaves, etc

Llamaremos delimitador a cualquier símbolo que actúa como los paréntesis. Normalmente se utilizan de dos en dos.

Cuando queremos que T_EX adapte el tamaño de los delimitadores a lo que encierran dentro, usaremos

`\left` DelimitadorIzquierda
 Fórmula
`\right` DelimitadorDerecha

Si queremos usar un solo delimitador debemos completarlo con un punto, así:

`\left.` o con `\right.`

`$$\left( \frac{x^2+4}{x^2-4} \right)^2 \quad \quad \left[ \frac{\frac{5}{3}\left(\frac{3}{4}+\frac{5}{2}\right)}{\frac{5}{3}-\frac{5}{6}} \right]^2$$`
 $\rightarrow$ `\frac{\frac{5}{3}\left(\frac{3}{4}+\frac{5}{2}\right)}{\frac{5}{3}-\frac{5}{6}}`

$$\left(\frac{x^2 + 4}{x^2 - 4} \right)^2 \quad \quad \left[\frac{\frac{5}{3} \left(\frac{3}{4} + \frac{5}{2} \right)}{\frac{5}{3} - \frac{5}{6}} \right]^2$$

Ejercicio 5.11.1

Solución en la página 94

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$\sum_{r=1}^{\infty} \left(\frac{1}{2}\right)^r$$

Ejercicio 5.11.2

Solución en la página 94

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$\left| \int_0^2 (x^2 - 4) dx \right|$$

Ejercicio 5.11.3

Solución en la página 94

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$ax^2 + bx + c = a \left(x^2 + \frac{b}{a}x + \frac{c}{a} \right) = a \left[\left(x + \frac{b}{2a} \right)^2 + \left(\frac{c}{a} - \frac{b^2}{4a^2} \right) \right]$$

5.12. Puntos suspensivos

`$\dots$` sirve para escribir los puntos suspensivos utilizados normalmente para
 → omitir términos intermedios de una sucesión que se escriben separados por
 → comas: `$a_1, a_2, \dots, a_n$`

`$\cdots$` un poco más elevados (centrados), para cuando hay operadores:
 → `$a_1 + a_2 + \cdots + a_n$`

`$\vdots$` son puntos suspensivos verticales.

... sirve para escribir los puntos suspensivos utilizados normalmente para omitir términos intermedios de una sucesión que se escriben separados por comas: $a_1, a_2, \dots, a_n$

⋯ un poco más elevados (centrados), para cuando hay operadores: $a_1 + a_2 + \cdots + a_n$

⋮ son puntos suspensivos verticales.

5.13. Nombres de funciones

L^AT_EX escribe los nombres de las funciones utilizando fuentes rectas de tipo “roman”. Los comandos siguientes proporcionan los nombres de las funciones más usadas.

`\sin` `\cos` `\tan` `\cot` `\sec` `\csc` `\arcsin` `\arccos` `\arctan`
 → `\lim` `\limsup` `\liminf` `\max` `\min` `\sup` `\inf` `\log` `\ln`
 → `\exp`

El paquete `amsmath` proporciona dos comandos para definir nuevas funciones, desde el preámbulo.

```
\DeclareMathOperator{\NombreComando}{NombreFunción}
\DeclareMathOperator*{\NombreComando}{NombreFunción}
```

Con el primero podemos definir, por ejemplo, la función seno traducida al castellano.

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

El segundo se utiliza para funciones que admitan subíndices como $\sum$.

Ejercicio 5.13.1

Solución en la página 95

Trata de reproducir el siguiente texto:

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

Ejercicio 5.13.2

Solución en la página 95

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$$

5.14. Acentos en modo matemático

Como ya indicábamos anteriormente, no podemos usar letras acentuadas en modo matemático, pero tenemos comandos para colocar acentos encima de las letras. Resaltaremos los siguientes:

```
$$\hat{a} \quad \bar{a} \quad \vec{a}$$
```

$$\hat{a} \quad \bar{a} \quad \vec{a}$$

Ejercicio 5.14.1

Solución en la página 95

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$\vec{w} = 2\vec{u} + 3\vec{v}$$

5.15. Matrices y determinantes

La estructura básica para estas construcciones matemáticas es el entorno `array`. Funciona igual que el entorno `tabular` pero en modo matemático.

```
$$\left(\begin{array}{ccc}
3 & 0 & -2 \\
-2 & -1 & 14 \\
1 & 0 & -3
\end{array}\right)$$
```

$$\begin{pmatrix} 3 & 0 & -2 \\ -2 & -1 & 14 \\ 1 & 0 & -3 \end{pmatrix}$$

Si usamos un solo delimitador, como en la fórmula siguiente, recordar que debemos completarlo con un punto en el otro extremo.

```


$$|x| = \left\{ \begin{array}{rcl} x & \text{si} & x \geq 0 \\ -x & \text{si} & x \leq 0 \end{array} \right.$$


```

$$|x| = \begin{cases} x & \text{si } x \geq 0 \\ -x & \text{si } x \leq 0 \end{cases}$$

El paquete `amsmath` tiene algunos entornos que extienden al entorno `array` integrando los delimitadores. Así tendremos `pmatrix`, `bmatrix`, `vmatrix` y `Vmatrix`, según que los delimitadores sean paréntesis, corchetes (brackets en inglés), barra vertical o doble barra vertical.

```


$$\begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix}$$


```

$$\begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix}$$

```


$$\begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix}$$


```

$$\begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{vmatrix}$$

El comando `\hdotsfor` produce una fila de puntos en la matriz, abarcando tantas columnas como se especifiquen.

```


$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ & & \hdotsfor[1]{2} & \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix}$$


```

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ & & \cdots & \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix}$$

Ejercicio 5.15.1

Solución en la página 95

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$A - \lambda I = \begin{pmatrix} x - \lambda & 1 & 0 \\ 0 & x - \lambda & 1 \\ 0 & 0 & x - \lambda \end{pmatrix}$$

5.16. Fórmulas alineadas y bloques de ecuaciones

A veces es necesario escribir cadenas de fórmulas en varias líneas de forma que aparezcan centradas o alineadas. Una forma elegante sería alinearlas por el símbolo de relación ($=$, $\leq$, $\geq$, $\dots$)

```
\begin{align}
(a+b)^2&=a^2+2ab+b^2\\
(a-b)^2&=a^2-2ab+b^2\\
(a+b)(a-b)&=a^2-b^2
\end{align}
```

$$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2 \quad (5.2)$$

$$(a-b)^2 = a^2 - 2ab + b^2 \quad (5.3)$$

$$(a+b)(a-b) = a^2 - b^2 \quad (5.4)$$

Si no queremos que las fórmulas aparezcan numeradas, usaremos `align*`

Si se trata de una sola fórmula que ocupa varias líneas, usaremos el entorno `split` dentro de un entorno `equation`.

```
\begin{equation}
\begin{split}
(a+b)(a-b)&=a^2-a b+b a-b^2 \\
&=a^2-b^2
\end{split}
\end{equation}
```

$$\begin{aligned} (a+b)(a-b) &= a^2 - ab + ba - b^2 \\ &= a^2 - b^2 \end{aligned} \quad (5.5)$$

Una construcción habitual en Matemáticas es la de alinear distintos casos posibles, alineándolos con una llave a la izquierda.

```
$$P_{r-j}=\begin{cases}
0 & \text{ si } r-j \text{ es impar}, \\
(-1)^{(r-j)/2} & \text{ si } r-j \text{ es} \\
& \rightarrow \text{ par}.
\end{cases}
\end{cases}$$
```

$$P_{r-j} = \begin{cases} 0 & \text{ si } r-j \text{ es impar,} \\ (-1)^{(r-j)/2} & \text{ si } r-j \text{ es par.} \end{cases}$$

5.17. Numerando ecuaciones

Como ya vimos, con el entorno `equation` obtenemos ecuaciones numeradas. Para referirnos a ellas en el texto usaremos

```
\eqref{Etiqueta}
```

que escribe el número de la ecuación etiquetada con `Etiqueta` encerrándolo entre paréntesis.

5.18. Símbolos encima o debajo

Subrayar en modo matemático es colocar una raya debajo de un objeto.

```
$\underline{1+2z+z^2}$
```

$$\underline{1 + 2z + z^2}$$

También se puede colocar la raya encima

```
$\overline{AB}=\overline{CD}$
```

$$\overline{AB} = \overline{CD}$$

En lugar de raya se puede poner una llave.

```
$n!=\overbrace{n \cdot (n-1) \cdot (n-2) \cdots 3 \cdot 2 \cdot 1}^{n \text{ factores}}$
```

$$n! = \overbrace{n \cdot (n-1) \cdot (n-2) \cdots 3 \cdot 2 \cdot 1}^{n \text{ factores}}$$

Podemos necesitar poner una flecha encima

```
$\overrightarrow{AB}+\overrightarrow{BC}=\overrightarrow{AC}$
```

$$\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} = \overrightarrow{AC}$$

A veces debe estar el objeto encima de la flecha.

```
$D \stackrel{f}{\longrightarrow} F$
```

$$D \xrightarrow{f} F$$

Ejercicio 5.18.1

Solución en la página 95

Trata de reproducir el siguiente texto:

Sea M el punto medio del segmento $\overline{PQ}$

Ejercicio 5.18.2

Solución en la página 95

Trata de reproducir el siguiente texto:

$$f(\overbrace{a + a + \cdots + a}^{n \text{ veces}}) = \overbrace{f(a) + f(a) + \cdots + f(a)}^{n \text{ veces}} = n \cdot f(a)$$

5.19. Teoremas, demostraciones, etc

Para referirnos a esta importante clase de objetos, usados habitualmente en los textos matemáticos, vamos a llamarlos **entornos tipo teorema**. Para identificarlos fácilmente deben aparecer resaltados e incluso numerados.

La clasificación de estos entornos se suele hacer en el preámbulo del documento con el comando `\newtheorem`.

```
\newtheorem{lema}{Lema}
\newtheorem{teor}{Teorema}
\newtheorem{coro}{Corolario}
\newtheorem{conj}{Conjetura}
```

Aquí habrá cuatro familias diferentes de entornos tipo teorema, que L^AT_EX numerará automáticamente, con unos nombres: Lema, Teorema, Corolario, ... que aparecen cuando compilemos el documento y con unos diminutivos cariñosos: teor, coro, ... que utilizamos para referirnos a ellos en el documento fuente.

```
\begin{teor}
Sea  $K$  un compacto y  $f:K \rightarrow R$  continua, entonces  $f$  alcanza sus
 $\rightarrow$  extremos en  $K$ .
\end{teor}
```

Teorema 1. *Sea K un compacto y $f : K \rightarrow R$ continua, entonces f alcanza sus extremos en K .*

```
\begin{teor}[Bolzano-Weierstrass]
Los conjuntos cerrados y acotados de la recta son compactos.
\end{teor}
```

Teorema 2 (Bolzano-Weierstrass). *Los conjuntos cerrados y acotados de la recta son compactos.*

```
\begin{coro}
Las funciones continuas definidas en un intervalo cerrado y acotado de la recta
 $\rightarrow$  son acotadas.
\end{coro}
```

Corolario 1. *Las funciones continuas definidas en un intervalo cerrado y acotado de la recta son acotadas.*

El paquete `amsthm` proporciona una versión para definir entornos sin numeración.

```
\newtheorem*
```

Proporciona, además, un entorno para las demostraciones.

```
\begin{proof}[Encabezamiento opcional]
Prueba
\end{proof}
```

6. Aspectos globales de un documento

Vamos a centrarnos ahora en el aspecto global del documento: ¿Será muy grande? ¿Tendrá capítulos y secciones? ¿Será una carta? ¿Queremos hacer unas transparencias? La respuesta a todas esas preguntas la damos en la primera línea, cuando declaramos la `clase` de documento.

La clase establece la forma en la que se distribuye el texto en partes diferenciadas: la estructura del documento.

Entre las clases más destacadas, tenemos: `book` para un libro, `report` para un informe, `article` para un artículo, `beamer` para transparencias.

6.1. Las clases `book` y `article`

Son las clases básicas y el propósito de cada una viene en el nombre.

Los principales comandos para determinar la estructura del documento son:

Clase `article`

```
\section{Título}
\subsection{Título}
\subsubsection{Título}
\paragraph{Título}
\subparagraph{Título}
```

Clase `book`

```
\part{Título} (opcional)
\chapter{Título}
\section{Título}
\subsection{Título}
\subsubsection{Título}
\paragraph{Título}
\subparagraph{Título}
```

Estas clases están jerarquizadas, de modo que cada capítulo puede tener varias secciones, y cada sección puede tener varias subsecciones, etc. En la clase `article` no hay capítulos.

El argumento *Título* aparece como título de la unidad y normalmente va acompañado del número de la unidad. Si no queremos que aparezca la numeración, tenemos las correspondientes unidades *estrelladas*

```
\chapter*{Título}, \section*{Título}, \subsection*{Título},
↪ \subsubsection*{Título}, \subsubsection*{Título},...
```

En $\text{\LaTeX}$ distinguimos *página a derecha* y *página a izquierda* cuando se le indica la opción “a dos caras” `twoside`. Sin embargo, si se va a imprimir “a una sola cara” `oneside`, todas las páginas serán *a derecha*.

6.2. Título y autor

El título, junto con el autor y la fecha, constituyen un todo, lo que se conoce como “página de título”. Los cuatro comandos siguientes, irían en el preámbulo y contribuirían a construir esa página.

6. Aspectos globales de un documento

```
\title{Titulo}
```

Le dice a L^AT_EX cual es el título de nuestro documento.

```
\author{Autor1 \and Autor2 \and ...}
```

De esta forma le decimos quienes son los autores.

```
\date{Fecha}
```

Sirve para incluir la fecha. Si se omite incluirá la fecha del día de hoy. Si queremos que no ponga la fecha pondremos `\date{}`.

```
\thanks{Texto}
```

Incluido en el argumento de cualquiera de los tres comandos anteriores, nos crea una nota a pie de página, que normalmente es de agradecimiento.

Ya tenemos creada nuestra página de título, ahora para que la imprima usaremos el comando

```
\maketitle
```

justo después de `\begin{document}`. El resultado es diferente, dependiendo de la clase de documento que estemos escribiendo.

Si lo que queremos es una página de título más elaborada, podemos usar

```
\begin{titlepage}  
Texto con formato  
\end{titlepage}
```

6.3. Resumen, prólogo y apéndices

Algo muy usual en los artículos científicos es encontrarnos con un resumen inicial (“abstract” en inglés). Esta unidad de estructura se genera con el entorno

```
\begin{abstract}  
Texto  
\end{abstract}
```

Este entorno es opcional y no está disponible en la clase `[ book ]`.

Para el prólogo, L^AT_EX no posee un entorno específico, lo usual sería una unidad estrellada, del tipo `\chapter*` o `\section*`.

Por apéndices entendemos cualquier unidad de estructura que el autor desea incluir al final del documento, como accesoria al cuerpo del mismo.

Para indicar el momento a partir del cual vamos a escribir los apéndices disponemos de


```
\appendix
```

A partir de esa orden, cualquier `\chapter`, `\chapter*`, `\section` o `\section*` que se incluya recibirá un tratamiento especial.

6.4. Índices: general, de tablas y de figuras

El índice general y los índices de figuras y tablas se generan, respectivamente, con los siguientes comandos

```
\tableofcontents
\listoffigures
\listoftables
```

El título de cada una de estas unidades se traduce a nuestro idioma con el paquete `babel` y nosotros también podemos cambiarlo si deseamos.

Cada entrada del índice general se genera con cualquiera de los comandos de estructura en su versión no estrellada, pero también podemos controlarlo con la opción `TextToToc` que es voluntaria en esos comandos `\chapter[TextToToc]{Título}`.

Las entradas en los índices de figuras y tablas se toman del comando `\caption` que aparece en esos entornos.

Recordar que para que aparezca el índice es necesario compilar el documento dos veces, ya que en la primera se crea un documento auxiliar con los datos del índice y en la segunda ya se imprime ese índice.

6.5. Otras clases de documento

La clase `letter` está pensada para escribir cartas. Su propósito queda fuera del carácter introductorio de este texto.

Las clases `report` y `memoir` están a medio camino entre un libro pequeño y un artículo grande. Se pueden usar para tesis doctorales y para memorias técnicas.

La clase `slides`, pensada para hacer transparencias, se ha visto superada, actualmente, por la clase `beamer`, a la que dedicaremos un capítulo más adelante.

6.6. Opciones de las clases

Cuando incluyamos una opción con `\documentclass[Opciones]{Clase}` afectará a todos los paquetes que se carguen después.

A continuación se detallan algunas opciones y su significado.

```
10pt, 11pt, 12pt
```

Especifican el tamaño del texto normal.

```
letterpaper, legalpaper, executivepaper, a4paper, a5paper, b5paper
```

Determina el tamaño del papel.

6. Aspectos globales de un documento

```
landscape
```

La impresión se hará en sentido apaisado.

```
oneside, twoside
```

Determina si el documento se prepara para ser impreso a una o dos caras.

```
onecolumn, twocolumn
```

Compone el texto a una o dos columnas.

6.7. Estilo de las páginas

La `[clase]` de documento determina el aspecto y la estructura del mismo.

Una página está compuesta por los siguientes elementos:

1. El encabezamiento o cabecera.
2. El cuerpo central.
3. El pie de página que en $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ es distinto de la zona reservada a las notas a pie que se consideran parte del cuerpo central.

El contenido del encabezamiento y del pie de página viene determinado por los *estilos de página*.

Las siguientes declaraciones permiten elegir un estilo

```
\pagestyle{Estilo}
```

Determina el estilo del documento hasta que aparezca un nuevo modificador.

```
\thispagestyle{Estilo}
```

Se aplica solo a la página que se esté componiendo.

Algunos de los estilos que vienen definidos son

```
plain, empty, headings
```

Con el primero, la cabecera de la página está vacía y el pie contiene únicamente el número de página centrado. Con el segundo, la cabecera y el pie están vacíos. Con el tercer estilo, la cabecera contiene el número de página y el nombre de capítulo o sección; el pie está vacío.

Debemos tener en cuenta las siguientes consideraciones:

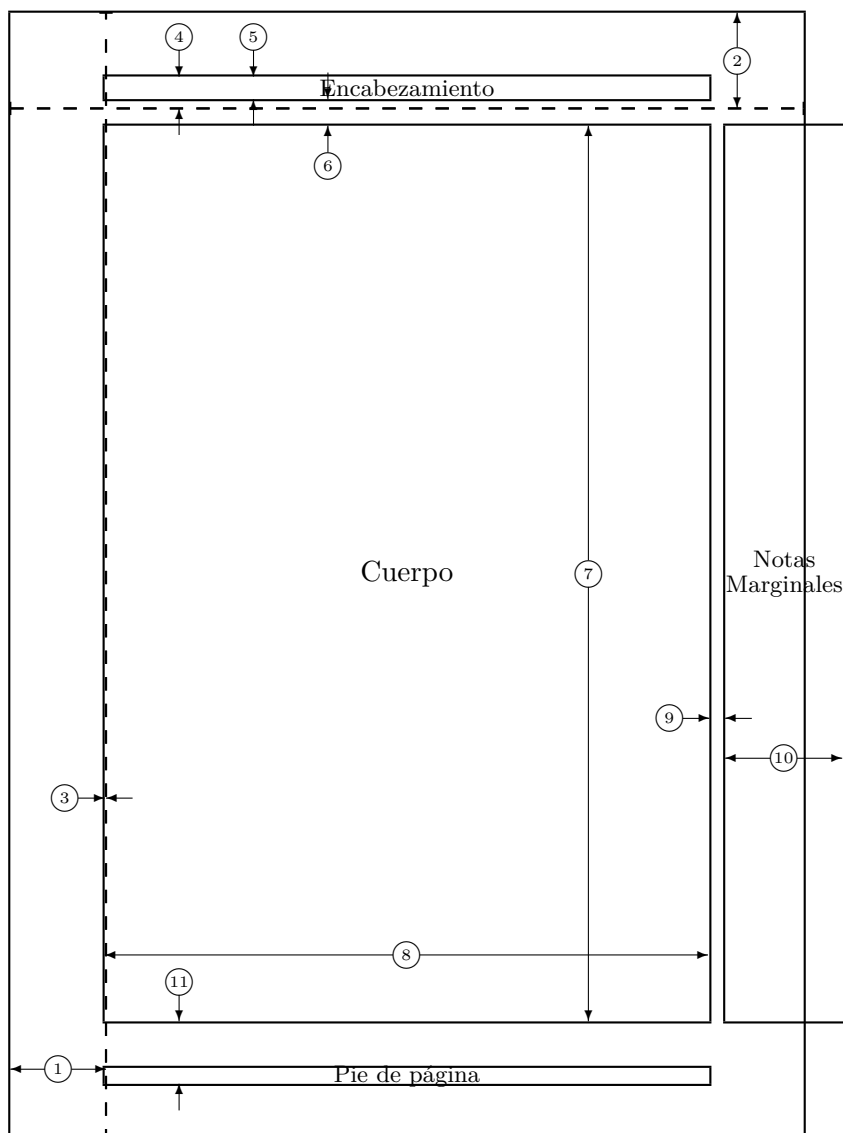
- Cualquier página creada con `titlepage` tiene estilo `[empty]`.
- El entorno `[abstract]` no cambia el estilo de la página donde se incluye.
- La página donde se inicia un capítulo tiene estilo `[plain]`.

El paquete `fancyhdr` proporciona herramientas para construir cabeceras y pies de página con un alto grado de personalización.

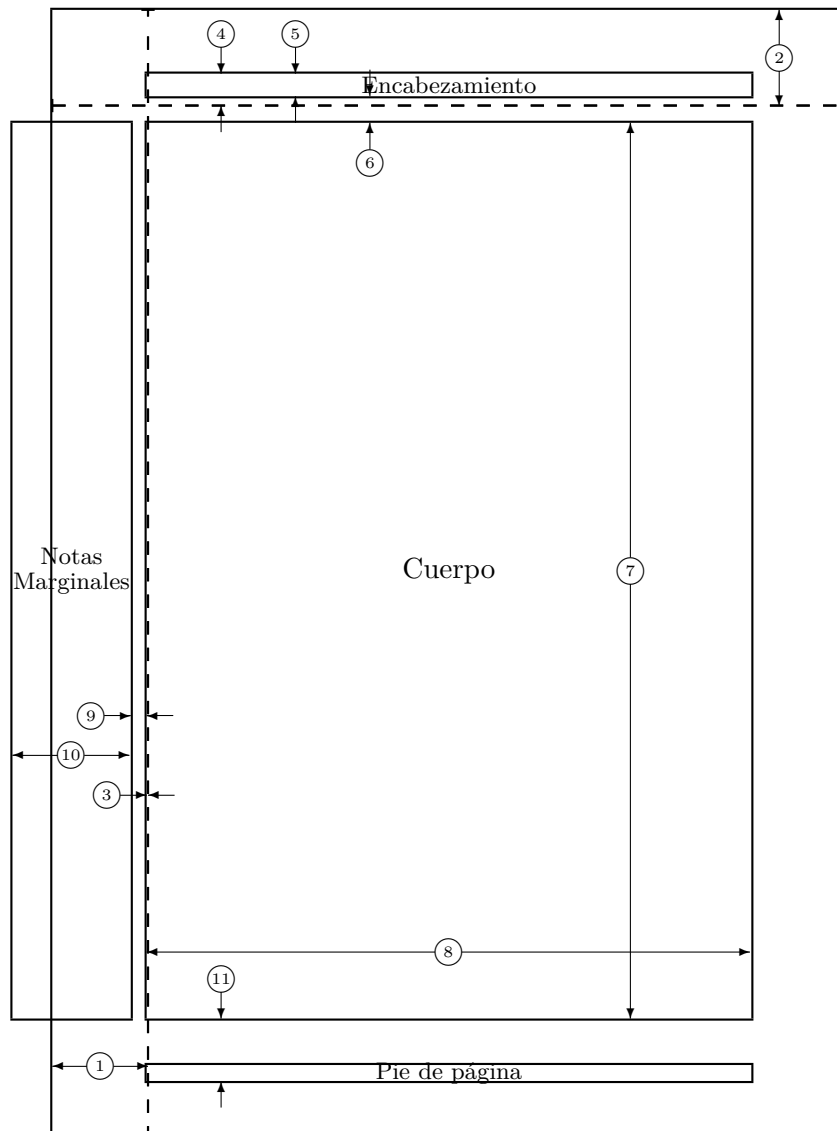
6.8. Parámetros de una página

Describimos, para terminar, los parámetros que afectan al diseño completo de una página y que, por supuesto, pueden ser modificados.

Para obtener las siguientes imágenes hemos usado el comando `\layout` del paquete `layout`



1	una pulgada + \hoffset	2	una pulgada + \voffset
3	\oddsidemargin = -1pt	4	\topmargin = -24pt
5	\headheight = 17pt	6	\headsep = 20pt
7	\textheight = 674pt	8	\textwidth = 455pt
9	\marginparsep = 12pt	10	\marginparwidth = 89pt
11	\footskip = 47pt		\marginparpush = 6pt (no mostradas)
	\hoffset = 0pt		\voffset = 0pt
	\paperwidth = 597pt		\paperheight = 845pt



1	una pulgada + \hoffset	2	una pulgada + \voffset
3	\evensidemargin = -1pt	4	\topmargin = -24pt
5	\headheight = 17pt	6	\headsep = 20pt
7	\textheight = 674pt	8	\textwidth = 455pt
9	\marginparsep = 12pt	10	\marginparwidth = 89pt
11	\footskip = 47pt		\marginparpush = 6pt (no mostradas)
	\hoffset = 0pt		\voffset = 0pt
	\paperwidth = 597pt		\paperheight = 845pt

7. Automatizando tareas

Este capítulo está dedicado al estudio de las referencias cruzadas y referencias bibliográficas.

L^AT_EX maneja las referencias cruzadas mediante `etiquetas` que se utilizan para identificar, de forma unívoca los objetos a los que se hace referencia.

```
\label{Etiqueta}
```

Hace que se identifique `Etiqueta` con la unidad de estructura activa en ese momento.

Así, si hemos escrito `\label{Etiqueta}` dentro de un entorno numerado como `figure` o `equation`, la etiqueta identifica a este entorno numerado a través de su contador y número de página donde aparece.

Son entornos numerados, además de los definidos con `\newtheorem`, los siguientes:

```
enumerate, eqnarray, equation, figure, table
```

La lista de unidades de estructura numeradas se encuentra en la sección 6.1 de la página 55.

```
\ref{Etiqueta}  
\pageref{Etiqueta}
```

Los comandos anteriores imprimen, en el lugar del documento donde aparecen, el número de la unidad de estructura o la página donde se encuentra la `Etiqueta`.

Para un uso adecuado de estos comandos, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Cada etiqueta debe ser única (se recomienda usar nombres descriptivos).
2. La etiqueta no puede contener ninguno de los caracteres reservados de L^AT_EX.
3. Normalmente van al principio de la unidad de estructura o entorno, salvo en `table` y en `figure` que deben ir justo después del correspondiente `\caption`.
4. Es recomendable usar el carácter `~` junto con `\ref` o `\pageref` para evitar que el número pueda quedar en la línea siguiente.
5. L^AT_EX produce de forma efectiva las referencias cruzadas después de dos compilaciones del documento.

7.1. Citas bibliográficas

Son referencias externas a otros documentos, libros, artículos, etc. que persiguen:

- Atribuir la autoría de una idea o resultado a quien originalmente la publicó.

7. Automatizando tareas

- Economizar espacio en el documento que se está escribiendo.
- Proporcionar información para continuar con lecturas complementarias.

Determinado tipo de documento puede parecer extraño e incluso sospechoso si no contiene suficientes citas bibliográficas para enmarcarlo dentro del contexto. Determinadas demostraciones o descripción de experimentos no se reescriben y simplemente se cita un artículo o libro donde se pueden encontrar.

Normalmente la bibliografía aparece al final del documento, ordenada alfabéticamente y numerada. Cuando esto es así, la cita de un artículo o libro se hace indicando el número correspondiente.

En el blog de Javier Bezos [3] tenemos una introducción a los distintos sistemas que podemos usar para las citas bibliográficas, y ya si queremos profundizar un poco más, podemos consultar [8] o el propio manual de Bezos [2] que además incluye tipografía.

En $\text{\LaTeX}$ tenemos varias formas de construir la referencia bibliográfica, desde una sencilla, para cuando tenemos muy pocas citas, a otra más completa, que requiere el uso del paquete `biblatex` y un programa externo `biber`. Os recomiendo esta última forma.

La idea es la siguiente:

```
\documentclass{article}
\usepackage[backend=biber]{biblatex}
\addbibresource{DocumentosReferenciados.bib}
\begin{document}
Como se puede ver en \cite{Etiqueta}...
\printbibliography
\end{document}
```

En el preámbulo de nuestro documento cargamos el paquete `biblatex` con el estilo y las opciones que consideremos. En el ejemplo se ha seleccionado el estilo por defecto.

En la siguiente línea le decimos como se llama el documento donde tenemos nuestros datos bibliográficos. Este archivo estará en la misma carpeta que nuestro documento, o de lo contrario debemos indicar la ruta hasta él.

En el cuerpo del texto usaremos `\cite{Etiqueta}` cuando queramos citar, referenciar, la obra que tenemos con esa `Etiqueta`.

Por último, al final del documento usaremos el comando `\printbibliography` para que coloque la bibliografía en ese lugar.

El archivo donde guardamos nuestra base de datos bibliográfica es un archivo de texto plano, con la extensión `*.bib`, que puede ser manejado por nuestro editor de texto *Termaker*. Solo si tenemos un gran número de referencias bibliográficas nos puede interesar un manejador, como por ejemplo `JabRef`. En [9] tenemos una pequeña introducción a ese software de código abierto, con versión portable y que nos puede facilitar un poco el trabajo, si tenemos muchos datos.

Otro gestor de referencias bibliográficas también libre y gratuito es `zotero` [5] que además tiene una extensión para el navegador Firefox.

En la bibliografía solo aparecerán las obras que han sido citadas en el texto, independientemente de que en el archivo de datos bibliográficos pueda haber más.

Si queremos que aparezca alguna obra que no ha sido citada usaremos `\nocite{Etiqueta}` o también `\nocite{*}` si queremos que aparezcan todas.

A continuación presentamos un ejemplo de documento conteniendo tres entradas de datos bibliográficos.

```

@book{michelle2020manual,
  title={Manual de citas y referencias bibliográficas: Latino, APA, Chicago,
  ↵ IEEE, MLA, Vancouver},
  author={Michelle, Amaya and Vaughan, Nicolás and Suárez, Ella and Pérez, María
  ↵ Margarita and Romero, Manuel Antonio},
  year={2020},
  publisher={Ediciones Uniandes-Universidad de los Andes}
}

@article{mora2020edicion,
  title={Edición de textos científicos. LATEX 2020},
  author={Alexánder Borbón, A. and Walter Mora, F.},
  journal={Revista digital Matemática. Educación e Internet, Instituto
  ↵ Tecnológico de Costa Rica},
  year={2020}
}

@online{bezosbibliografias,
  title = {Bibliografías y su ortotipografía},
  author = {Bezós, Javier},
  url = {http://www.texnia.com/archive/bibliografia-iso.pdf}
}

```

Nos fijamos en que cada entrada empieza con @ seguido del tipo de documento y luego entre llaves, la etiqueta y los distintos parámetros separados por comas.

Lo normal es que estas referencias las copiemos de algún buscador y las peguemos en nuestro documento de datos bibliográficos.

En [7] tenemos una larga relación de sitios donde buscar bibliografía. Destacaremos aquí solo unos pocos de los que permiten exportar en formato “bibtex”:

- Google Scholar: <http://scholar.google.es/>
- SciELO: <https://scielo.org/es/>
- Springer: <https://link.springer.com/>

No olvidemos que debemos cambiar la configuración de Texmaker para que use **biber** y para que se ejecute **pdflatex + biber + pdflatex** lo cual hace que la compilación sea más lenta.

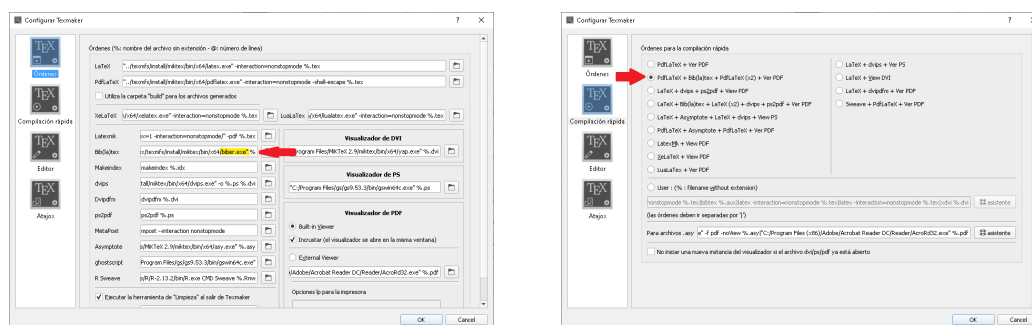


Figura 7.1.: Cambios propuestos en la configuración de Texmaker

8. Gráficos

Inicialmente, T_EX no fue pensado para el manejo de gráficos, sino para la edición de textos científicos, especialmente de Matemáticas. Afortunadamente, diversos paquetes vinieron a solventar esas carencias iniciales.

En este capítulo veremos algunos de esos paquetes. El primero lo usaremos para incluir en nuestro documento, un gráfico o una foto externos. Posteriormente veremos como construir con comandos nuestro propio gráfico.

8.1. El paquete `graphicx`

Proporciona habilidades para rotar o escalar una parte de la página y para incluir ficheros gráficos.

```
\rotatebox[ListaOpc]{Ang}{Texto}
```

Donde *ListaOpc* es una lista de opciones, separadas entre si por comas. Podemos especificar las coordenadas *x* e *y* del punto que será considerado el centro de rotación, con respecto al punto de referencia de la caja en la cual se almacena el *Texto* antes de ser rotado. También podemos precisar el centro de rotación con uno o dos caracteres: l, r, c, t, b, B (izquierda, derecha, centro, superior, inferior, línea base).

```
Primera \rotatebox[x=12pt,y=10pt]{45}{Segunda} Tercera
```

Primera  Tercera

```
Primera \rotatebox[origin=ct]{45}{Segunda} Tercera
```

Primera  Tercera

El comando que nos proporciona este paquete para escalar objetos, es el siguiente:

```
\scalebox{EscalaH}[EscalaV]{Objeto}
```

EscalaH indica el factor de escala horizontal. Si se omite el factor de escala vertical, se entiende que es el mismo que el horizontal.

8. Gráficos

Primera `\scalebox{1.5}{Segunda}` Tercera

Primera Segunda Tercera

Ejercicio 8.1.1

Solución en la página 95

Trata de reproducir el siguiente texto:

El lunes empieza la **semana** y termina el viernes

`\reflectbox{Objeto}`

Este comando es abreviatura de `\scalebox{-1}[1]{Objeto}` y su misión es reflejar el texto.

Primera `\reflectbox{Segunda}` Tercera

Primera semana Tercera

Si en lugar de fijar la escala, queremos fijar el ancho o el alto que tendrá nuestro objeto escalado, tenemos el siguiente comando.

`\resizebox{Ancho}{Alto}{Objeto}`

Escala el *Objeto* de tal forma que la anchura del objeto escalado sea *Ancho*. Si se utiliza el carácter **!** en cualquiera de los argumentos *Ancho* o *Alto*, entonces **LaTeX** lo calculará para que el resultado final tenga las mismas proporciones.

Primera `\resizebox{8em}{!}{Segunda}` Tercera

Primera Segunda Tercera

Ejercicio 8.1.2

Solución en la página 95

Trata de reproducir el siguiente texto:

El lunes empieza la **semana** y termina el viernes

Llegó el momento de incluir un fichero gráfico. Con el comando siguiente podremos hacerlo.

`\includegraphics[ListaOpciones]{NomArchivo}`

La lista de opciones, separadas por comas, puede ser extensa. Destacaremos las más usadas. `[width]` define la anchura de la caja en la que se imprimirá el gráfico, escalándolo si fuese necesario.

`[height]` define la altura de la caja en la que se imprimirá el gráfico, escalándolo si fuese necesario.

`angle` indica el ángulo de rotación, en grados sexagesimales, para el caso de querer rotarlo.
`scale` determina el factor de escala que se aplicará en ambas direcciones.

Los ficheros que queremos incluir deberán estar en la misma carpeta en la que estamos trabajando, o de lo contrario deberemos indicar la ruta con `\graphicspath`.

```
\includegraphics[height=2cm]{SimboloRe}
```



```
\includegraphics[width=2cm,angle=90]{SimboloRe}
```



Ejercicio 8.1.3

Solución en la página 95

Trata de incluir el siguiente logo:



8.2. El paquete xcolor

Podemos usar los colores básicos llamándolos por su nombre.
 Si queremos colorear un trozo de texto, podemos poner, por ejemplo:

<code>\textcolor{green}{Texto en verde}\\</code>	Texto en verde
<code>\textcolor{yellow}{Texto amarillo}\\</code>	Texto amarillo
<code>\textcolor{red}{Texto en rojo}\\</code>	Texto en rojo
<code>\textcolor{orange}{Texto naranja}</code>	Texto naranja

Si queremos personalizar nuestros colores, podemos obtenerlos a partir de la especificación de modelos e indicando la cantidad de cada color primario mediante un número decimal entre cero y uno.

```
\textcolor[modelo]{codigo}{Texto a cambiar de color}
```

Los modelos de color básicos son:

- RGB o modelo Rojo Verde Azul.
- HSB o modelo Color Contraste Brillo.

8. Gráficos

- CMYK o modelo Azul Magenta Amarillo y Negro.
- Gray o modelo en tonos de grises.

<pre>\textcolor[rgb]{0,1,0}{Verde}\\ \textcolor[cmk]{0,1,0,0}{Magenta}\\ \textcolor[gray]{0.2}{Gris Oscuro}\\ \textcolor[gray]{0.8}{Gris Claro}\\ \textcolor[rgb]{0.2,0.1,0.6}{Azulado}</pre>	<pre>Verde Magenta Gris Oscuro Gris Claro Azulado</pre>
---	---

También podemos definir nuestros propios colores

```
\definecolor{MiColor}{Modelo}{Especificación}
```

Con `MiColor` definimos el nombre del nuevo color.

```
\definecolor{MiLila}{cmk}{0.24,0.28,0.02,0.4}
\textcolor{MiLila}{Texto escrito en color lila}
```

Texto escrito en color lila

También es posible mezclar colores, por ejemplo con el color blanco, para hacerlo más claro.

```
\colorlet{MiRojoClaro}{red!30}
\textcolor{MiRojoClaro}{Texto escrito en color rojo claro. Con un 30\% de rojo
↪ y el 70\% de blanco}
```

Texto escrito en color rojo claro. Con un 30 % de rojo y el 70 % de blanco

```
\colorlet{MiVerde}{yellow!70!blue}
\textcolor{MiVerde}{Amarillo y azul al 70\% con un 30\% de blanco}
```

Amarillo y azul al 70 % con un 30 % de blanco

Si lo que queremos es cambiar el color de un entorno o grupo completo, usaremos

```
\color{NombreColor}
```

Este comando cambia el color actual al color *NombreColor* hasta que acabe el grupo o entorno en el que estamos o hasta que aparezca otro comando `\color` que lo anule.

El color de fondo de las páginas puede ser definido mediante alguno de los siguientes comandos.

```
\pagecolor{NombreColor}
\pagecolor[Modelo]{Especificación}
```

Los siguientes comandos, similares a `\fbox`, construyen cajas con el fondo convenientemente coloreado.

```

\colorbox{NomColor}{Objeto}
\colorbox[Modelo]{Especificación}{Objeto}
\fcolorbox{NomColor1}{NomColor2}{Objeto}
\fcolorbox[Modelo1]{Especificación1}[Modelo2]{Especificación2}{Objeto}

```

El primero crea una caja con el fondo en color *NomColor* y en su interior coloca el *Objeto*. El comando `\fcolorbox` realiza la misma labor y coloca el *Objeto* en una caja de color *NomColor2* y además añade un marco a la caja, de color *NomColor1*.

Vamos a ejemplificar una caja de `\colorbox{green}{color}` verde.\\
Le añadimos un marco rojo a la caja de `\fcolorbox{red}{green}{color}` verde.

Vamos a ejemplificar una caja de `color` verde.
Le añadimos un marco rojo a la caja de `color` verde.

El paquete `tcolorbox`, cuya documentación podemos consultar en [10], viene a completar el manejo de cuadros coloreados como los que aparecen en este texto.

Ejercicio 8.2.1

Solución en la página 95

Trata de reproducir el siguiente texto:
El `lunes` empieza la `semana` y termina el `viernes`

8.3. El paquete colortbl

El objetivo de este paquete es proporcionar herramientas para diseñar tablas coloreadas.

```

\columncolor[ModeloColor]{Color}[SepIzq][SepDer]

```

Los dos primeros argumentos indican el modelo y el color, según ese modelo, que vamos a usar para colorear la columna. Los dos últimos controlan la distancia que el color debe esceder de la entrada más ancha de la tabla. El valor por defecto es `\tabcolsep` o `\arraycolsep` según estemos en un entorno `tabular` o `array`, respectivamente.

El comando `\columncolor` solamente puede utilizarse dentro de la definición del entorno `tabular` o `array`, o bien dentro de un comando `\multicolumn`.

```

\begin{tabular}{|>\columncolor[rgb]{0.3,0.6,0.1}}1|
→ >\columncolor[rgb]{0.6,0.2,0.4}}1|}
Fila uno, columna uno & Fila uno, columna dos\\
Fila dos, columna uno & Fila dos, columna dos\\
\end{tabular}

```

Fila uno, columna uno	Fila uno, columna dos
Fila dos, columna uno	Fila dos, columna dos

Para colorear filas tenemos un comando semejante.

8. Gráficos

`\rowcolor[ModeloColor]{Color}[SepIzq][SepDer]`

Debe ir colocado al principio de la fila y si coincide con `\columncolor` prevalecerá sobre él.

```
\begin{tabular}{|>{\columncolor[rgb]{0.3,0.6,0.1}}1|
↪ >{\columncolor[rgb]{0.6,0.2,0.4}}1|}
Fila uno, columna uno & Fila uno, columna dos\\
\rowcolor[cmk]{0,0,1,0} Fila dos, columna uno & Fila dos, columna dos\\
\end{tabular}
```

Fila uno, columna uno	Fila uno, columna dos
Fila dos, columna uno	Fila dos, columna dos

`\arrayrulecolor`

Este comando admite los mismos argumentos que el comando `\color` y determina el color de todas las líneas horizontales y verticales que aparezcan en lo sucesivo. Puede aparecer en cualquier lugar, tanto dentro como fuera de la tabla, en cuyo caso afectará a todas las tablas que vengan después del comando.

Si lo que queremos es colorear una sola celda de la tabla

`\cellcolor[modelo]{color}`

Pintará la celda actual con el color que definamos.

```
\begin{tabular}{lr}
\arrayrulecolor{orange}
Ingresos & \cellcolor{green}$360$\\
Gastos & \cellcolor{yellow}$380$\\
\hline
Total & \cellcolor{red}$-20$\\
\end{tabular}
```

Ingresos	360
Gastos	380
Total	-20

Ejercicio 8.3.1

Solución en la página 96

Trata de reproducir el siguiente texto:

JU	VI	SA	DO
21	22	23	24
28	29	30	31

8.4. El paquete tikz

TikZ es un lenguaje gráfico que nos va a permitir la realización de dibujos en un documento L^AT_EX sin ninguna otra herramienta auxiliar.

Las principales ventajas que tenemos con `tikz` son:

- Control completo sobre el diagrama.
- El mismo tipo de letra que en el documento.
- Alta calidad del resultado.

Las posibilidades que nos ofrece son enormes (en su última versión, el manual de los paquetes `tikz` más `pgf` que trabajan coordinados, tiene más de 1300 páginas). Mostraremos solamente algunas de las más usadas y dejaremos que el lector pueda profundizar si lo desea.

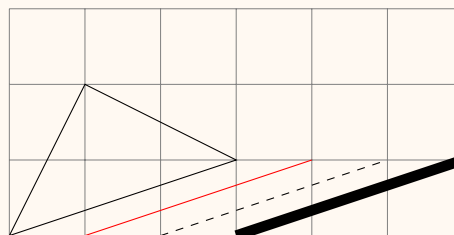
La estructura básica de un dibujo hecho con TikZ es la siguiente

```
\begin{tikzpicture}
Instrucciones de dibujo, separadas por punto y coma ";"
\end{tikzpicture}
```

Veamos algunos ejemplos

8.4.1. Líneas

```
\begin{tikzpicture}
\draw [help lines] (0,0) grid (6,3);
\draw (0,0)--(1,2)--(3,1)--cycle;
\draw [color=red] (1,0)--(4,1);
\draw [dashed] (2,0)--(5,1);
\draw [line width=4pt] (3,0)--(6,1);
\end{tikzpicture}
```

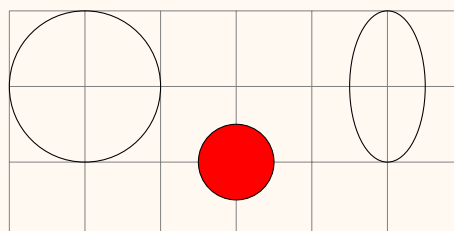


La primera instrucción dibuja la rejilla desde el punto (0,0) hasta el (7,3) con el tipo de línea `help lines`.

La segunda instrucción dibuja una línea poligonal, uniendo los puntos que se indican. Al final `cycle` cierra la poligonal, volviendo al punto de origen. A las líneas le podemos dar color, cambiar su tipo o su grosor.

8.4.2. Círculos y elipses

```
\begin{tikzpicture}
\draw [help lines] (0,0) grid (6,3);
\draw (1,2) circle(1cm);
\draw [fill=red] (3,1) circle(0.5cm);
\draw (5,2) ellipse(0.5cm and 1cm);
\end{tikzpicture}
```

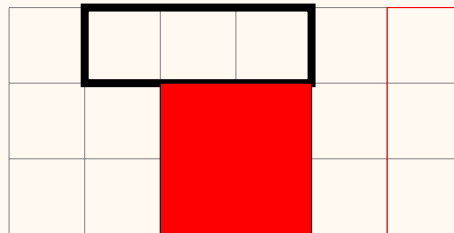


Dibuja un círculo con centro el punto (1,2) y radio 1cm. Con centro en (3,1) tenemos otro círculo, esta vez relleno de color. También podemos dibujar elipses. La primera medida es el eje horizontal y la segunda el eje vertical. Si queremos otra orientación, podemos rotarla.

8. Gráficos

8.4.3. Rectángulos

```
\begin{tikzpicture}
\draw [help lines] (0,0) grid (6,3);
\draw [line width=3pt](1,2) rectangle
→ (4,3);
\draw [color=red](5,3)rectangle(6,0);
\draw [fill=red](2,0)rectangle(4,2);
\end{tikzpicture}
```

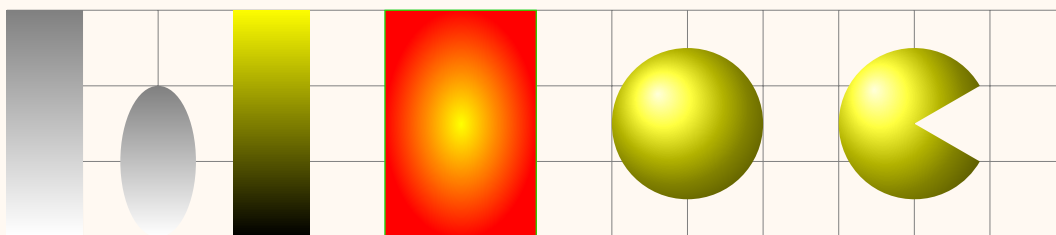


Como vemos, se pueden dibujar rectángulos y rectángulos coloreados.

8.4.4. Figuras sombreadas

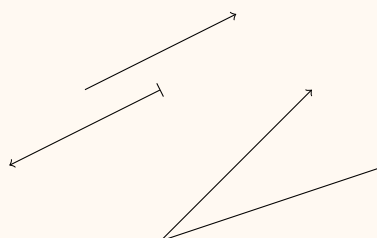
Además de rellenar una figura cerrada con un color uniforme, también se puede hacer degradado con `\shade` y `\shadedraw`. Veamos algún ejemplo.

```
\begin{tikzpicture}
\draw [help lines] (0,0) grid (14,3);
\shade (0,0) rectangle (1,3);
\shade (2,1) ellipse (0.5 and 1);
\shade[top color=yellow, bottom color=black] (3,0) rectangle +(1,3);
\shadedraw[inner color=yellow,outer color=red,draw=green] (5,0)rectangle+(2,3);
\shade [ball color=yellow] (9,1.5)circle(1);
\shade [ball color=yellow] (12,1.5)--+(30:1)--cycle;
\end{tikzpicture}
```



8.4.5. Flechas

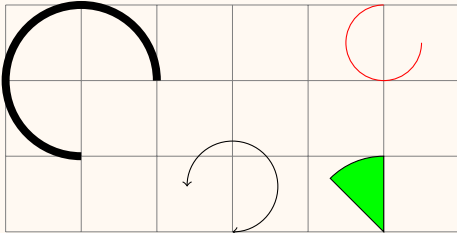
```
\begin{tikzpicture}
%\draw [help lines] (0,0) grid (6,3);
\draw [->](1,2) -- (3,3);
\draw [<-|] (0,1)--(2,2);
\draw [<->] (4,2)--(2,0)--(5,1);
\end{tikzpicture}
```



Como vemos en este ejemplo, podemos comenzar o terminar las líneas con una punta de flecha.

8.4.6. Arcos

```
\begin{tikzpicture}
\draw [help lines] (0,0) grid (6,3);
\draw [line width=3pt] (2,2) arc (0:270:1cm);
\draw [color=red] (5,3) arc (90:360:0.5);
\draw [color=red] (3,0) arc (-90:180:0.6);
\draw [fill=green] (5,0) -- (5,1) arc (90:135:1cm) -- cycle;
\end{tikzpicture}
```

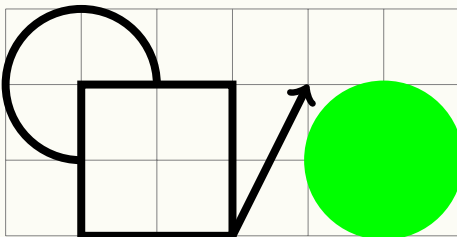


Podemos dibujar arcos. El primero de ellos parte del punto (2,2) con un ángulo de 0° , giramos hasta el ángulo de 270° con un radio de 1cm. Observar que el primer punto es donde comienza el arco, no es el centro de giro.

Ejercicio 8.4.1

Solución en la página 96

Trata de reproducir el siguiente dibujo:



8.4.7. Coordenadas

Hay varias maneras de indicar las coordenadas. La forma más sencilla es decir algo como (10pt, 2cm). Esto significa 10 puntos en la dirección x y 2cm en la dirección y . También podemos omitir las unidades y poner (3,2) que significa 3cm en la dirección x y 2cm en la dirección y .

Para especificar puntos en coordenadas polares usamos la notación (30 : 2cm) que significa desplazarse 2cm en la dirección 30°

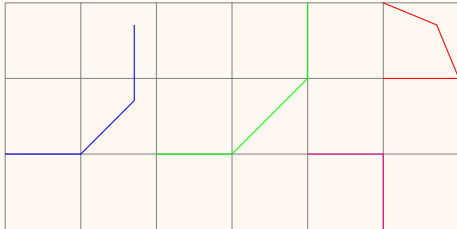
Si anticipamos un signo + antes de la coordenada, por ejemplo +(2,1) significa que nos desplazamos dos centímetros hacia la derecha y 1cm hacia arriba, desde la última posición ocupada.

Si anticipamos dos signos + como por ejemplo ++ (3,2) significa que nos desplazamos 3cm hacia la derecha y 2cm hacia arriba desde la última posición y nos quedamos ahí, es decir hacemos de esa la nueva posición.

```
\begin{tikzpicture}
\draw [help lines] (0,0) grid (6,3);
\draw [color=magenta] (4,0) -- +(1,0) -- +(1,1) -- +(0,1);
\end{tikzpicture}
```

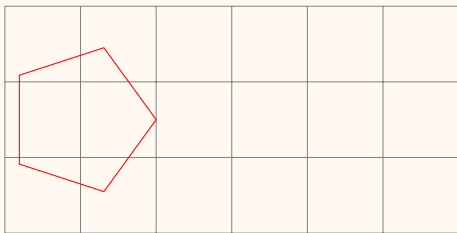
8. Gráficos

```
\draw [color=green] (2,1)-- ++(1,0)-- ++(1,1)-- ++(0,1);  
\draw [color=red] (5,2)-- +(0:1)-- +(45:1)-- +(90:1);  
\draw [color=blue] (0,1)-- ++(0:1)-- ++(45:1)-- ++(90:1);  
\end{tikzpicture}
```



Podemos aprovechar las coordenadas polares para dibujar polígonos regulares.

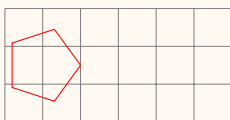
```
\begin{tikzpicture}  
\draw [help lines] (0,0) grid (6,3);  
\draw [color=red] (1,1.5) +(0:1)-- +(72:1)-- +(144:1)-- +(216:1)-- +(288:1)--  
→ +(360:1);  
\end{tikzpicture}
```



8.4.8. Escala

Como argumento opcional del entorno `tikzpicture` podemos incluir la escala. El pentágono anterior si lo escalamos al 50 % nos queda

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.5]  
\draw [help lines] (0,0) grid (6,3);  
\draw [color=red] (1,1.5) +(0:1)-- +(72:1)-- +(144:1)-- +(216:1)-- +(288:1)--  
→ +(360:1);  
\end{tikzpicture}
```



También podríamos escalar de forma diferente los dos ejes, deformando el dibujo.

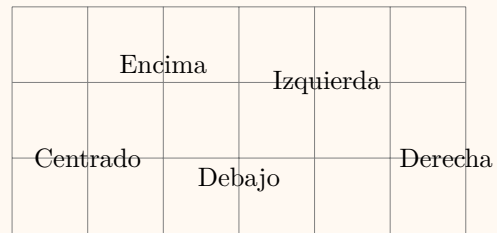
8.4.9. Incluyendo texto

TikZ ofrece un sistema bastante potente y fácil de usar, para agregar texto a las imágenes en posiciones concretas.

```
node[opciones]{Texto a colocar}
```

Cuando en una ruta aparece la palabra `node`, TikZ lee las opciones e intenta colocar el texto en un cuadro en la posición en la que se encuentra. A veces no queremos que el texto esté centrado en ese punto, por eso entre las opciones del nodo podemos indicar si lo queremos encima, debajo, a la izquierda o a la derecha. Es decir, podemos anclar el nodo a la posición, según nos interese.

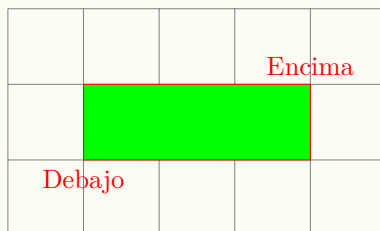
```
\begin{tikzpicture}
\draw [help lines] (0,0) grid (6,3);
\draw (1,1) node{Centrado};
\draw (2,2) node[above]{Encima};
\draw (3,1) node[below]{Debajo};
\draw (5,2) node[left]{Izquierda};
\draw (5,1) node[right]{Derecha};
\end{tikzpicture}
```



Ejercicio 8.4.2

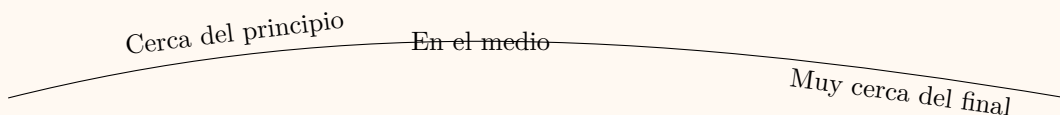
Solución en la página 96

Trata de reproducir el siguiente dibujo:



También se puede colocar el texto en una curva y hacer que gire, con la opción `sloped`, para adaptarse a ella. Aquí tenemos un ejemplo.

```
\begin{tikzpicture}
\draw (0,0) .. controls (4,1) and (8,1) .. node[near start,sloped,above]{Cerca
→ del principio} node{En el medio} node[very near end, sloped, below]{Muy
→ cerca del final} (14,0);
\end{tikzpicture}
```

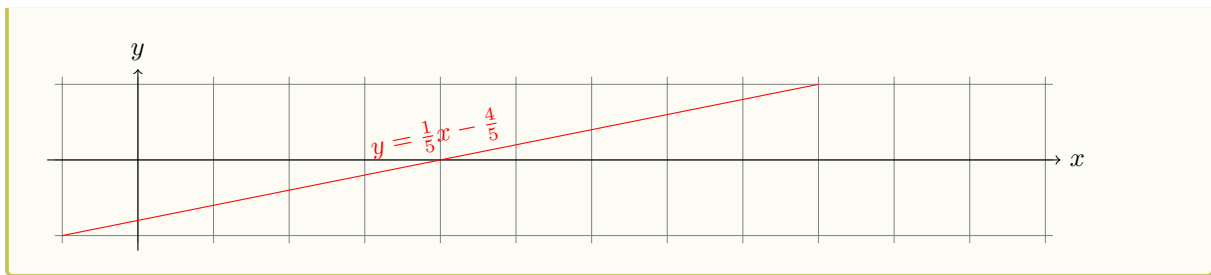


Ejercicio 8.4.3

Solución en la página 96

Trata de reproducir el siguiente dibujo:

8. Gráficos



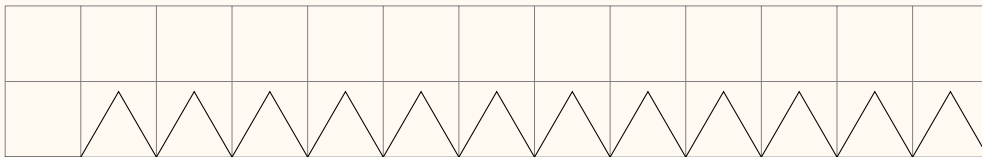
8.4.10. Repitiendo cosas

El siguiente comando nos puede ahorrar mucho trabajo.

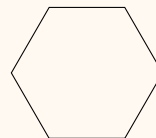
```
\foreach \x in {1,2,...,9}{Grupo de órdenes}
```

Se puede traducir por: “Mientras la variable $\backslash x$ toma los valores $1, 2, \dots, 9$ hacer el grupo de órdenes que aparecen entre llaves”. Veamos algún ejemplo.

```
\begin{tikzpicture}
\draw[help lines] (0,0) grid (13,2);
\draw (0,0) \foreach \x in {1,2,...,12}{ --(\x,0)---(60:1)---(0:1)};
\end{tikzpicture}
```



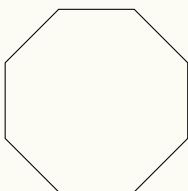
```
\begin{tikzpicture}
\draw (0,0) \foreach \x in
  {0,60,...,360}{---+(\x:1)};
\end{tikzpicture}
```



Ejercicio 8.4.4

Solución en la página 96

Trata de reproducir el siguiente dibujo:



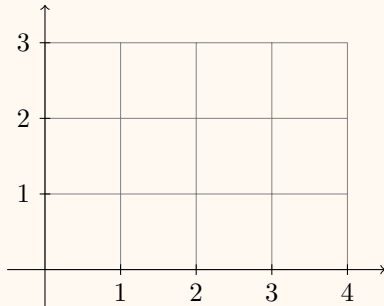
Dibujando unos ejes de coordenadas.

```
\begin{tikzpicture}
\draw[help lines] (0,0) grid (4,3);
\draw [->] (-0.5,0)--(4.5,0);
\foreach \x in {1,2,...,4}{\draw(\x,2pt)--(\x,-2pt) node[below]{\x};};
```

```

\draw [->] (0,-0.5)--(0,3.5);
\foreach \x in {1,2,3}{\draw (2pt,\x)--(-2pt,\x) node[left]{\x};};
\end{tikzpicture}

```

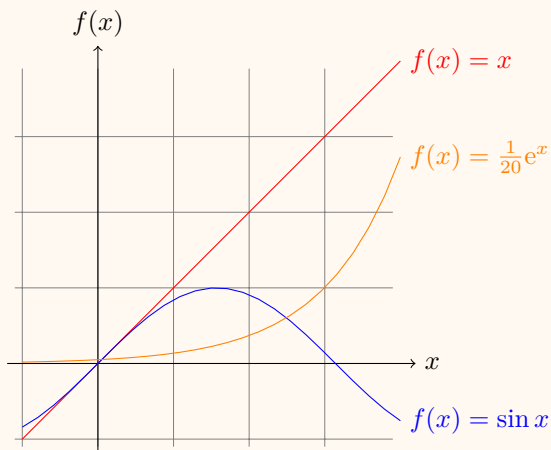


8.4.11. Representando funciones

```

\begin{tikzpicture}[domain=-1:4]
\draw[very thin,color=gray] (-1.1,-1.1) grid (3.9,3.9);
\draw[->] (-1.2,0) -- (4.2,0) node[right] {$x$};
\draw[->] (0,-1.2) -- (0,4.2) node[above] {$f(x)$};
\draw[color=red] plot (\x,\x) node[right] {$f(x) = x$};
% Usamos \x r para indicarle que el ángulo está en radianes
\draw[color=blue] plot (\x,{sin(\x r)}) node[right] {$f(x) = \sin x$};
\draw[color=orange] plot (\x,{0.05*exp(\x)}) node[right] {$f(x) = \frac{1}{20}e^x$}
  \to \mathrm{e}^x$};
\end{tikzpicture}

```



En este caso el dominio se estableció con `domain=-1:4` para todas las funciones, en las opciones del entorno, pero se puede establecer por separado para cada función.

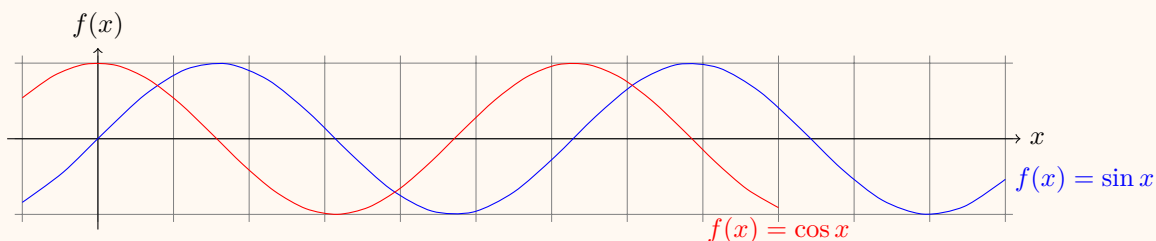
```

\begin{tikzpicture}
\draw[very thin,color=gray] (-1.1,-1.1) grid (12.1,1.1);
\draw[->] (-1.2,0) -- (12.2,0) node[right] {$x$};
\draw[->] (0,-1.2) -- (0,1.2) node[above] {$f(x)$};

```

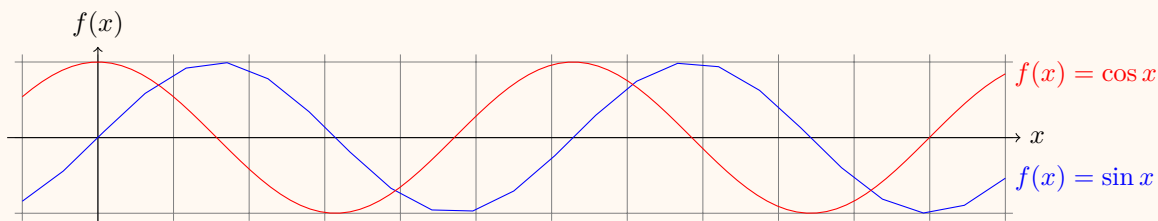
8. Gráficos

```
\draw[color=blue,domain=-1:12,smooth] plot(\x,{sin(\x r)}) node[right] {$f(x) = \sin x$};
\draw[color=red,domain=-1:9,smooth] plot(\x,{cos(\x r)}) node[below] {$f(x) = \cos x$};
\end{tikzpicture}
```



El modificador `smooth` sirve para suavizar la curva. También podemos aumentar el número de puntos que se toman para la representación con `samples` (por defecto son 25).

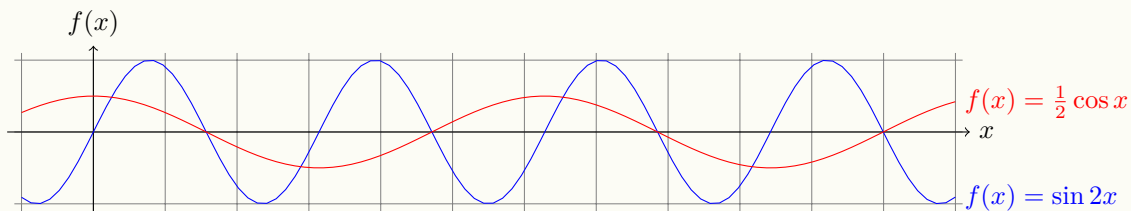
```
\begin{tikzpicture}
\draw[very thin,color=gray] (-1.1,-1.1) grid (12.1,1.1);
\draw[->] (-1.2,0) -- (12.2,0) node[right] {$x$};
\draw[->] (0,-1.2) -- (0,1.2) node[above] {$f(x)$};
\draw[color=blue,domain=-1:12] plot(\x,{sin(\x r)}) node[right] {$f(x) = \sin x$};
\draw[color=red,domain=-1:12,samples=100] plot(\x,{cos(\x r)}) node[right] {$f(x) = \cos x$};
\end{tikzpicture}
```



Ejercicio 8.4.5

Solución en la página 96

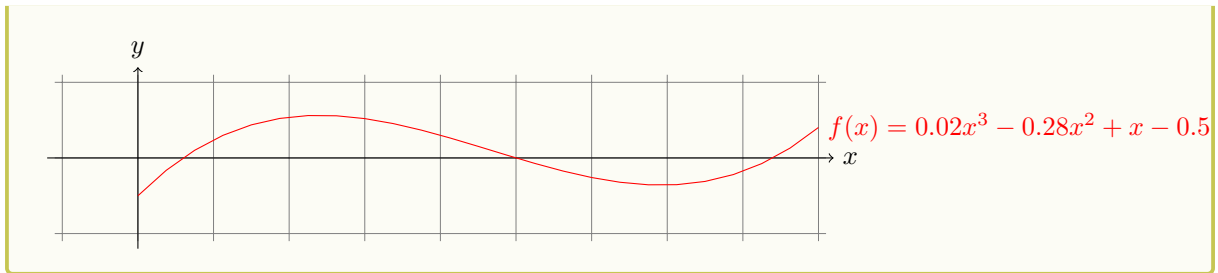
Trata de reproducir el siguiente dibujo:



Ejercicio 8.4.6

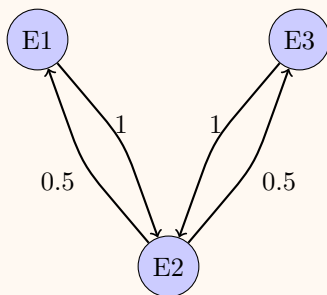
Solución en la página 97

Trata de reproducir el siguiente dibujo:



En el siguiente cuadro tenemos un ejemplo de grafo dibujado con Tikz.

```
\begin{tikzpicture}[fill=blue!20]
\path +(150:2) node(a) [circle,draw,fill] {E1}
+(30:2) node(b) [circle,draw,fill] {E3}
+(270:2) node(c) [circle,draw,fill] {E2};
\draw[thick,->] (b)..controls +(230:2) and +(70:2)..node[midway,above]{$1$}(c);
\draw[thick,->] (c)..controls +(130:2) and +(290:2)..node[midway,below]
-> left{$0.5$}(a);
\draw[thick,->] (c)..controls +(50:2) and +(250:2)..node[midway,below]
-> right{$0.5$}(b);
\draw[thick,->] (a)..controls +(310:2) and +(110:2)..node[midway,above]{$1$}(c);
\end{tikzpicture}
```



En [6] tenemos muchos ejemplos de gráficos realizados con Tikz.

9. Presentaciones

Si lo que queremos es hacer presentaciones con contenido matemático, la clase `beamer` es la solución. La idea es extender las ventajas de $\text{\LaTeX}$, manejando fórmulas matemáticas, a la creación de diapositivas.

La salida es un archivo PDF, por lo que tenemos casi garantizado que se verá igual en cualquier ordenador.

`Beamer` separa el contenido del formato y permite cambiar, de forma sencilla, la apariencia de nuestra presentación. Permite crear presentaciones uniformes y muy profesionales.

Si ya tenemos nuestro trabajo escrito en $\text{\LaTeX}$ es relativamente fácil aprovechar cosas para construir nuestra presentación.

Hay multitud de “temas” ya creados y que además son editables para adecuarlos a nuestro gusto.

La forma más sencilla de crear una presentación, sería

```
\documentclass{Beamer}
\usepackage[spanish]{babel} %Carga los paquetes necesarios
\title[Ejemplo diapo]{Diapositivas de ejemplo con la clase beamer}
\subtitle{Empezamos} % Opcional
\author{STEMBach}
\institute{IES Eduardo Blanco Amor} % Opcional. Nombre de la institución
\usetheme{Madrid} %Escogemos el tema que más nos guste
\begin{document}
\begin{frame}
\titlepage %Diapositiva de título
\end{frame}
\begin{frame}
Mi primera diapositiva
\begin{itemize}
\item Primer punto
\item Segundo punto
\end{itemize}
\end{frame}
\end{document}
```

En la primera línea le decimos que vamos a crear un documento tipo presentación.

A continuación viene el preámbulo donde cargamos todos los paquetes que necesitemos, como en cualquier otra clase.

`\title[Título corto]{Título largo}` establece el título de nuestra presentación.

`usetheme{Madrid}` carga el “tema” o vestido de nuestra presentación. Una lista de temas disponibles la podemos encontrar en <https://hartwork.org/beamer-theme-matrix/>

`\usecolortheme{lily}` Lo podemos usar para modificar el color de nuestro tema.

En la figura 9.1 podemos ver el resultado de las dos primeras diapositivas que hemos creado.

Cada nueva transparencia se construye con el entorno `frame`

9. Presentaciones

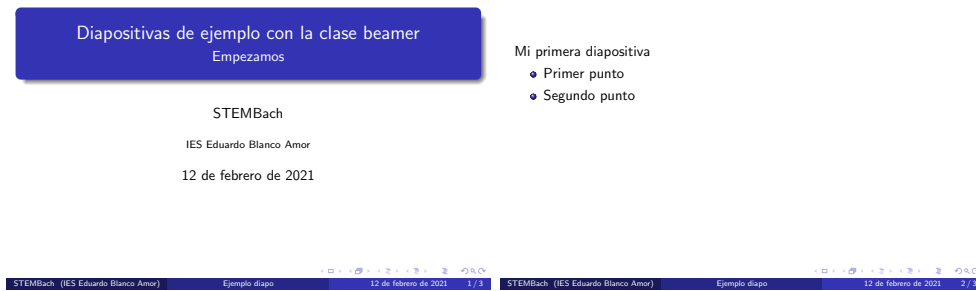


Figura 9.1.: Diapositiva de título y primera diapositiva de ejemplo

```
\begin{frame}[opciones]
\frametitle{Título del frame o diapositiva}
Material del frame
\end{frame}
```

Entre las opciones que podemos poner para modificar el entorno `frame`, tenemos:

- t, c, b Modifica la alineación vertical del contenido del frame.
- plain Elimina encabezamientos, pies y barras laterales. Puede ser útil para diapositivas que presenten gráficos grandes.
- squeeze Comprime los espacios verticales todo lo posible.

Mediante el entorno `block` podemos dibujar recuadros (incluso con título) para resaltar nuestro material dentro de la diapositiva.

```
\begin{block}{Título del bloque o recuadro}
Material que queremos resaltar con un recuadro coloreado.
\end{block}
```

Disponemos también del entorno `alertblock` que es un bloque diseñado para alertar o resaltar cierto contenido.

```
\begin{alertblock}{Título del bloque resaltado o de alerta}
Material que queremos resaltar en color de alerta.
\end{alertblock}
```

El entorno `exampleblock` lo reservamos para los ejemplos.

```
\begin{exampleblock}{Título del bloque pensado para ejemplos}
Este bloque tiene un color pensado para ejemplos.
\end{exampleblock}
```

Podemos, también, definir nuestro propio color en el preámbulo con

```
\setbeamercolor{MiColorAmarillo}{bg=yellow!50!white}
```

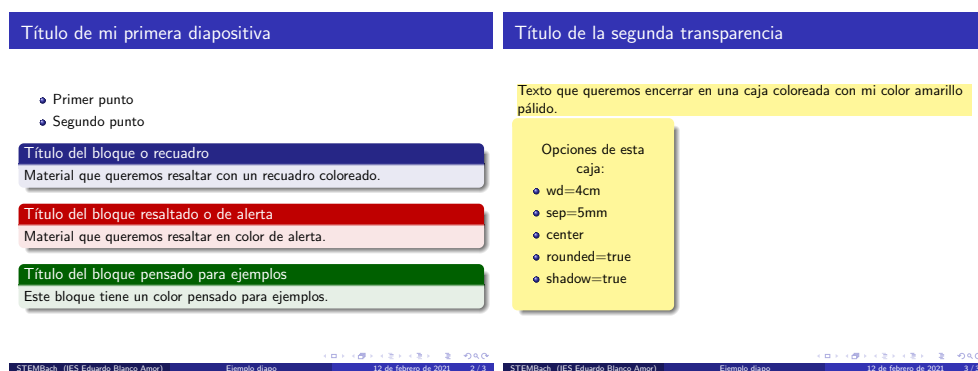


Figura 9.2.: Ejemplo de bloques y beamer color box

y luego podemos meter nuestro material en una caja coloreada con ese color.

```
\begin{beamercolorbox}{MiColorAmarillo}
Texto que queremos encerrar en una caja coloreada con mi color amarillo pálido.
\end{beamercolorbox}
```

El entorno `beamercolorbox` admite varias opciones:

<code>wd=Anchura</code>	Anchura de la caja.
<code>dp=Profundidad</code>	Profundidad de la caja.
<code>ht=Altura</code>	Altura de la caja.
<code>left, right, center</code>	Alineación del material en la caja.
<code>rounded= true, false</code>	Esquinas redondeadas o no.
<code>shadow=true, false</code>	Coloca una sombra. (Solo tiene efecto si está seleccionada rounded)

En la figura 9.2 tenemos el resultado de algunos bloques que hemos creado como ejemplo.

9.1. Animaciones

Dentro de cada `frame` podemos introducir efectos de animación, también llamados “overlays”.

El comando más básico es `\pause` que crea una pausa hasta que avanzamos página

```
\begin{frame}
\begin{itemize}
\item Primer punto \pause
\item Segundo punto \pause
\item Tercer punto
\end{itemize}
\end{frame}
```

Realmente crea tres diapositivas, una con el primer punto, otra con los dos primeros y una tercera con los tres puntos. De tal forma que se crea un efecto de pausa entre puntos.

El comando `\onslide<Rango>{Material}` muestra el material en los pasos especificados en “Rango”

El rango puede ser:

9. Presentaciones



Figura 9.3.: Ejemplo de utilización del comando onslide



Figura 9.4.: Ejemplo de utilización del comando onslide con efecto transparencia

- < 1 – > Del paso 1 en adelante
- < 2 > En el paso 2
- < 2 – 3 > Del paso 2 al 3
- < 4 – > Del paso 4 en adelante.

```
\begin{frame}
\begin{enumerate}
\item \onslide <1-> {Este texto se muestra desde el primer paso}
\item \onslide <2> {Este en el paso 2}
\item \onslide <2-3> {Este texto aparece en los pasos 2 y 3}
\item \onslide <4-> {Este se muestra a partir del paso 4}
\end{enumerate}
\end{frame}
```

En la figura 9.3 tenemos el resultado de ejecutar el entorno anterior. Debe tenerse en cuenta que cuando no se está mostrando el material, este sigue ocupando espacio.

El comando `\only<Rango>{Material}` actúa de manera similar a `\onslide`, con la diferencia que el texto no mostrado no ocupa espacio, y podemos utilizarlo entonces para hacer substituciones de objetos de forma animada.

9.2. Efectos de transparencia

La instrucción `\setbeamercovered{transparent}` colocada en el preámbulo, permite variar el modo de visualización del texto mostrado en las animaciones, de tal forma que el texto oculto aparece como transparente (se puede especificar el grado de opacidad).

Si ejecutamos la animación anterior, cambiando la opción por defecto “invisible”, por la nueva opción “transparent”, el resultado obtenido lo podemos ver en la figura 9.4.

9.3. Efectos de animación incrementales

En el caso de que, en entornos `itemize` o `enumerate`, queramos mostrar los ítems de forma progresiva, podemos hacerlo de la siguiente manera:

```
\begin{frame}
\begin{enumerate}[<+>]
\item Primer ítem
\item Segundo ítem
\item Tercer ítem
\end{enumerate}
\end{frame}
```

Si deseamos que, además, el ítem que se muestra en cada paso aparezca resaltado en rojo, podemos usar:

```
\begin{frame}
\begin{enumerate}[<+|alert@+>]
\item Primer ítem
\item Segundo ítem
\item Tercer ítem
\end{enumerate}
\end{frame}
```

9.4. Comandos con efectos de animación

Los siguientes comandos admiten efectos de animación:

```
\textbf <Rango> {Texto}
\textcolor <Rango> {Color}{Texto}
\includegraphics <Rango> [OPciones]{Archivo}
```

9.5. Varias columnas

Para dividir la transparencia en varias columnas emplearemos el entorno `columns` (fijarse en la s) y dentro de este entorno podremos colocar las columnas que queramos de ancho variable con el entorno

```
\begin{column}{Ancho}
Material que queremos en esta columna
\end{column}
```

Podemos ver en la figura 9.5 un par de ejemplos de texto en varias columnas, el segundo de los cuales se ha obtenido con el siguiente código

```
\begin{frame}
\begin{block}{Texto a una columna}
Para estudiar el crecimiento o decrecimiento de una función derivable
\end{block}
\end{frame}
```

9. Presentaciones

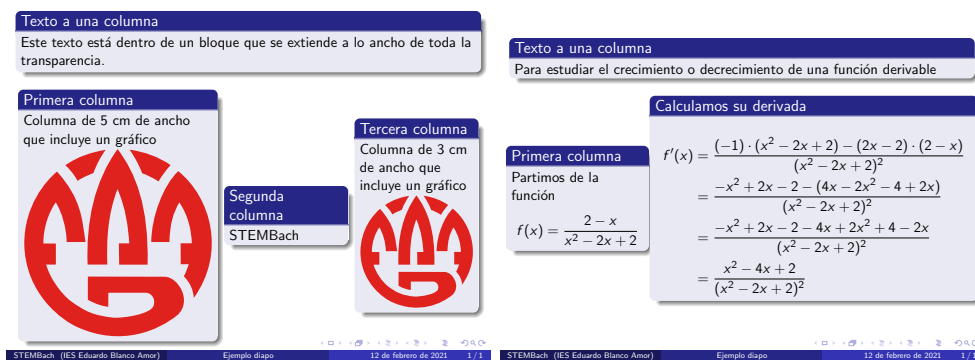


Figura 9.5.: Ejemplo de utilización del varias columnas

```
\end{block}
\begin{columns}
\begin{column}{3.5cm}
\begin{block}{Primera columna}
Partimos de la función  $f(x) = \frac{2-x}{x^2-2x+2}$ 
\end{block}
\end{column}
\begin{column}{8.2cm}
\begin{block}{Calculamos su derivada}
\begin{align*}
f'(x) &= \frac{(-1) \cdot (x^2 - 2x + 2) - (2x - 2) \cdot (2 - x)}{(x^2 - 2x + 2)^2} \\
&= \frac{-x^2 + 2x - 2 - (4x - 2x^2 - 4 + 2x)}{(x^2 - 2x + 2)^2} \\
&= \frac{-x^2 + 2x - 2 - 4x + 2x^2 + 4 - 2x}{(x^2 - 2x + 2)^2} \\
&= \frac{x^2 - 4x + 2}{(x^2 - 2x + 2)^2}
\end{align*}
\end{block}
\end{column}
\end{columns}
\end{frame}
```

9.6. Temas y personalización

Como ya dijimos, los temas son como el vestido de nuestra presentación. Controlan el color de fondo, el tipo de letra los entornos de tipo teorema, los bloques, los entornos tipo itemize, etc. Hay una multitud de temas creados y que podemos agruparlos del siguiente modo:

- Temas con navegación: default, boxes, Bergen, Madrid, Pittsburgh, Rochester.
- Temas en árbol: Antibes, JuanLesPins, Montpellier.
- Temas con TOC: Berkeley, PaloAlto, Goettingen, Marburg, Hannover.
- Temas con mini navegación: Berlin, Ilmenau, Dresden, Darmstadt, Frankfurt, Singapore, Szeged.
- Temas con títulos y subtítulos: Copenhagen, Luebeck, Malmoe, Warsaw.

Podemos modificar el color de nuestro tema con el comando `\usecolortheme{...}`. Algunos de los colores disponibles, son: albatross, beaver, beetle, crane, default, dolphin, dove, fly, lily, orchid, rose, seagull, seahorse, sidebartab, structure, whale, wolverine.

Con `\usefonttheme{...}` podemos cambiar el tipo de fuente. Algunas opciones disponibles son: professionalfonts, serif, structurebold, structureitalicserif, structuresmallcapserif.

Podemos ver en https://deic-web.uab.cat/~iblanes/beamer_gallery/index.html ejemplos de las combinaciones posibles de estos elementos.

9.7. Pautas para crear presentaciones

Del manual de Beamer [11] destacamos algunas recomendaciones a tener en cuenta en el momento de diseñar nuestras presentaciones.

1. Lo primero que debemos considerar es el tiempo que tendremos para nuestra charla. No intente incluir más transparencias de las necesarias. Como máximo 12 fotogramas por cada 10 minutos. Es preferible omitir algún detalle, aunque nos parezca importante, a que no seamos capaces de transmitir el mensaje principal.
2. No utilice más de cuatro secciones y no menos de dos. Mantenga esas secciones visibles. No utilice subsecciones.
3. Si quiere empezar con un resumen, que sea un texto muy breve y sencillo. Nunca utilice el resumen de su artículo en una presentación.
4. Empiece con una explicación de lo que trata su charla. No suponga que todo el mundo sabe de eso. Luego explique lo que usted ha descubierto.
5. Concluya siempre su charla con un resumen que repita el mensaje principal de la charla de forma breve y sencilla.
6. En una presentación, los teoremas y definiciones deben ir no numerados. Si tenemos que referirnos a un teorema anterior usaremos (Teorema de Kummer en lugar de teorema 2.5)
7. La bibliografía final debe ser la esencial. No debe ocupar más de una transparencia. Irá destinada a lecturas adicionales.
8. Si tenemos que citar a alguien, es preferible usar [Tantau, 2003] que el escueto [2,4] que usamos en nuestro artículo.
9. Un marco que se llena exclusivamente con un texto muy largo es difícil de seguir. Estructure su transparencia para que contenga solo las ideas esenciales.
10. Ponga un título en cada fotograma. Ese título debería ser explicativo. Ayuda a estructurar el texto.
11. Un marco con muy poco es mejor que un marco con demasiado. Un marco no debería tener más de 80 palabras.
12. Nunca pongas nada en una diapositiva que no vayas a explicar durante la charla. Sin embargo, puedes explicar cosas que no están en la diapositiva.
13. Mantenlo simple. Por lo general, tu audiencia verá una diapositiva durante menos de 50 segundos. No tendrán tiempo de resolver frases largas o fórmulas complicadas.

9. Presentaciones

14. Utilice entornos de bloques, teorema, definición, ejemplo, etc.
15. Prefiera enumeraciones sobre texto sin formato.
16. Utilice la descripción cuando defina varias cosas.
17. No utilice más de dos niveles de “subitimización”.
18. No cree listas interminables. No descubra las listas por partes, cuando no es necesario.
19. El énfasis es una parte importante de la creación de estructura. Utilice `\alert` para resaltar cosas importantes.
20. Utilice columnas.
21. No use notas al pie.
22. Utilice frases cortas.
23. No utilice tamaño más pequeño para encajar más en un marco.
24. El texto y los números de las figuras deben tener el mismo tamaño que el texto normal.
25. Coloque (al menos) un gráfico en cada diapositiva, siempre que sea posible.
26. Por lo general, coloque los gráficos a la izquierda del texto. (Utilice el entorno de columnas).
27. No utilice transiciones ni animaciones solo para atraer la atención de la audiencia. La mayoría pensarán que se está burlando de ellos.
28. Los diferentes temas son apropiados para diferentes ocasiones. Elija el tema según la ocasión. Es más probable que una presentación larga requiera pistas de navegación que una corta. Cuando damos una charla de 10 minutos, es posible que un índice parezca una tontería.
29. Un tema que muestre el nombre y la afiliación del autor es apropiado en situaciones donde es probable que la audiencia no te conoce.
30. Use colores con poca frecuencia. Los temas preparados ya son bastante coloridos. Tenga cuidado cuando utilice colores brillantes sobre fondo blanco, especialmente el verde.
31. Maximice el contraste. El texto normal debe ser negro sobre blanco o al menos algo muy oscuro en algo muy brillante. Los sombreados de fondo disminuyen la legibilidad sin aumentar el contenido de la información.
32. Si va a cambiar la familia de fuentes que sea por una razón de peso. No utilice más de dos tipos de fuentes en su presentación.
33. Las cursivas se usan comúnmente en novelas para expresar énfasis. Sin embargo, el uso de colores o negrita parecen más adecuados en las presentaciones, para resaltar algo.

A. Solución a los ejercicios

Solución para el ejercicio 1.3.1 en la página 9

Dado que $(x-1)^2 = x^2 - 2x + 1$ podemos simplificar la siguiente fracción
→ $\frac{x^2 - 2x + 1}{3x - 3} = \frac{x - 1}{3}$

Solución para el ejercicio 1.4.1 en la página 9

Mi trabajo en el desarrollo de `\TeX`, METAFONT, y Computer Modern ha llegado a su
→ fin. No haré más cambios excepto para corregir errores verdaderamente
→ serios.

He puesto estos sistemas en el dominio público de manera que cualquiera
→ pueda utilizar libremente las ideas si lo desea. He pasado también miles de
→ horas intentando asegurar que los sistemas producen resultados esencialmente
→ idénticos sobre todos los ordenadores `\dots`

Solución para el ejercicio 1.4.2 en la página 10

Felipe~VI ---el Preparao--- accedió al trono tras la abdicación de su padre Juan
→ Carlos~I ---el Campechano---

Solución para el ejercicio 1.4.3 en la página 10

Intenta encontrar la diferencia entre esto `\dots \` y esto otro ...

Solución para el ejercicio 1.5.1 en la página 11

`\textit{Cien años de soledad}` de García Márquez.

Solución para el ejercicio 1.5.2 en la página 11

Debo recitar ``Para que tú me oigas'' del libro `\textit{Veinte poemas de amor y`
→ `una canción desesperada}`.

Solución para el ejercicio 1.5.3 en la página 11

La función de las letras `\textbf{negritas}` es destacar parte del texto como
→ marca visual en su organización.

Solución para el ejercicio 1.5.4 en la página 12

Si quiero escribir una palabra `\Large Grande` seguida de otra `\LARGE Más`
→ `grande` y de otra `\huge Mucho más grande` todavía.

A. Solución a los ejercicios

Solución para el ejercicio 1.5.5 en la página 12

También puedo escribir `{\scriptsize texto pequeño}` y texto `{\tiny mucho más
↪ pequeño}` que el anterior.

Solución para el ejercicio 1.7.1 en la página 13

```
\begin{flushright}  
\begin{center}  
En Ourense, a \today  
\end{center}  
\end{flushright}
```

Solución para el ejercicio 1.7.2 en la página 13

```
\begin{flushright}  
A mis padres, que lo han dado todo por mi. \par A los maestros que han  
↪ contribuido a mi educación.  
\end{flushright}
```

Solución para el ejercicio 3.8.1 en la página 22

De principio `\hfill` a fin

Solución para el ejercicio 3.8.2 en la página 23

Nombre `\dotfill`

Solución para el ejercicio 3.8.3 en la página 23

Nombre `\dotfill\dotfill\dotfill` DNI `\dotfill`

Solución para el ejercicio 3.8.4 en la página 23

De tal palo `\rightarrowfill` tal astilla

Solución para el ejercicio 4.1.1 en la página 26

```
\begin{enumerate}  
\item Carne  
\item Fruta  
  \begin{enumerate}  
    \item Manzana  
    \item Naranja  
  \end{enumerate}  
\item Pescado  
\end{enumerate}
```

Solución para el ejercicio 4.1.2 en la página 26

```
\begin{itemize}
\item Carne
\item Fruta
  \begin{itemize}
    \item Manzana
    \item Naranja
  \end{itemize}
\item Pescado
\end{itemize}
```

Solución para el ejercicio 4.2.1 en la página 27

```
\dots el texto que sigue es obra de Terenci Moix en su libro \textit{No digas}
→ que fue un sueño}
\begin{quote}
Reinaba la luna llena sobre el mundo cuando la reducida comitiva dejó atrás la
→ ciudad de Tintris sin entrar en ella. Escucharon desde lejos el bullicio de
→ sus calles, la conformación de una actividad creciente \dots
\end{quote}
```

Solución para el ejercicio 4.2.2 en la página 27

```
\begin{verse}
Con diez cañones por banda,\\
viento en popa a toda vela,\\
no corta el mar, sino vuela,\\
un velero bergantín:\\
\end{verse}
```

Solución para el ejercicio 4.3.1 en la página 28

```
\begin{tabular}{|c|c|}
\hline
Grupo&Alumnos\\
\hline
A &19\\
B &18\\
\hline
\end{tabular}
```

Solución para el ejercicio 4.3.2 en la página 29

```
\begin{tabular}{lrrrr}
\hline
& Casos & Curados & Fallecidos & \\
\hline
España & $1\,684\,647$ & $150\,376$ & $46\,252$ & \\
Galicia & $51\,557$ & $9\,204$ & $1\,246$ & \\
Madrid & $354\,326$ & $40\,736$ & $11\,426$ & \\
Cataluña & $310\,141$ & $26\,203$ & $8\,126$ & \end{tabular}
```

A. Solución a los ejercicios

```
\hline
\end{tabular}
```

Solución para el ejercicio 4.3.3 en la página 29

```
\begin{tabular}{lrrrrrrrr}
&\multicolumn{8}{c}{Medida (en \% de respuestas correctas)}\\
\cline{2-9}
&\multicolumn{2}{c}{Lectura}&\multicolumn{2}{c}{Sílabas}&
\rightarrow &\multicolumn{2}{c}{Fonemas}\\
\cline{2-3}\cline{5-6}\cline{8-9}
Grupo & M & SD & M & SD & M & SD\\
\hline
Experimental & 82.7 & 10.2 & 87.2 & 10.4 & 81.6 & 13.0\\
Control & 77.9 & 16.9 & 86.5 & 10.0 & 82.4 & 12.4\\
\hline
\end{tabular}
```

Solución para el ejercicio 4.3.4 en la página 30

```
\newcolumnntype{N}{>\bfseries}l}
\begin{tabular}{lN}
\hline
Pepe Ferro &Presidente\\
Loli Fuertes &Tesorera\\
\hline
\end{tabular}
```

Solución para el ejercicio 4.3.5 en la página 32

```
\newcolumnntype{C}{D{.}{,}{2}}
\begin{tabular}{lC}
\hline
Producto & Precio\\
\hline
Café & 0.85\\
Pipas & 1\\
Refresco & 1.2\\
\hline
\end{tabular}
```

Solución para el ejercicio 4.3.6 en la página 33

```
\begin{tabular}{lC}
\hline
\multirow{2}{10em}{Presión asistencial}&\% de hospitalizados: 4.76\\
&\% en UCI: 7.04 \\
\hline
\end{tabular}
```

Solución para el ejercicio 4.5.1 en la página 36

La siguiente es una `\makebox[2cm]{}` caja sin borde de 2cm parecida a la
→ siguiente `\framebox[2cm]{}` y esta otra con `\fbox{algo de texto}`

Solución para el ejercicio 4.5.2 en la página 37

`\fbox{\parbox[c]{0.4\linewidth}{Un operario de Indonesia gana \EUR{\$2.5\$} por`
→ unas zapatillas que compramos en la tienda por `\EUR{\$120\$}}` `\quad`
`\fbox{\parbox[c]{3cm}[c]{0.5\linewidth}{Las zapatillas por las que un consumidor`
→ pagó $120\text{\$}$ euros, el minorista las compró por $55\text{\$}$ euros al distribuidor,
→ que a su vez las había adquirido a cincuenta euros a la marca, que había
→ pagado por ellas $20\text{\$}$ euros al fabricante.}}

Solución para el ejercicio 4.5.3 en la página 37

Dibujamos una línea a lo largo de todo el texto, de 2pt de grosor `\par`
→ `\rule{\linewidth}{2pt}` `\par` y luego otra `\rule{2cm}{10pt}` solo 2cm de
→ largo y 10pt de grosor.

Solución para el ejercicio 5.1.1 en la página 42

Factoriza el siguiente polinomio: $x^3 - x^2 - 4x + 4$

Solución para el ejercicio 5.1.2 en la página 42

Simplifica la siguiente expresión $\frac{5x-5}{x^2-1}$

Solución para el ejercicio 5.2.1 en la página 42

$3^7 \cdot 3^{-2} = 3^5$

Solución para el ejercicio 5.2.2 en la página 42

$a_{ij} + b_{ij} = c_{ij}$

Solución para el ejercicio 5.3.1 en la página 43

$\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} + 2 \sqrt{4} \sqrt{2^3}$

Solución para el ejercicio 5.4.1 en la página 44

$\binom{3}{0} + \binom{3}{1} + \binom{3}{2} + \binom{3}{3} = 2^3$

Solución para el ejercicio 5.4.2 en la página 44

$\binom{4}{1} + \binom{4}{2} = \binom{5}{2}$

A. Solución a los ejercicios

Solución para el ejercicio 5.4.3 en la página 44

$$\frac{\frac{34}{25} - \frac{32}{5} - \frac{12}{12}}{1}$$

Solución para el ejercicio 5.5.1 en la página 44

$$\sin \alpha = \frac{\text{Cateto opuesto al ángulo}}{\text{Hipotenusa}}$$

Solución para el ejercicio 5.6.1 en la página 45

$$f(a+h) = f(a) + \frac{f'(a)h}{1} + \frac{f''(a)h^2}{2!} + \dots \\ \rightarrow + \frac{f^{(n)}(a)h^n}{n!} + o(h^n)$$

Solución para el ejercicio 5.9.1 en la página 47

$$X \setminus (A \cup B) = (X \setminus A) \cap (X \setminus B)$$

Solución para el ejercicio 5.9.2 en la página 47

$$x \notin A, \text{ pero } x \in B \Rightarrow B \not\subset A$$

Solución para el ejercicio 5.9.3 en la página 47

$$\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta + \cos \alpha \cdot \sin \beta$$

Solución para el ejercicio 5.9.4 en la página 47

$$(g \circ f)(x) = g[f(x)]$$

Solución para el ejercicio 5.10.1 en la página 48

$$\int_0^1 x^4 dx = \frac{15}{5}$$

Solución para el ejercicio 5.11.1 en la página 49

$$\sum_{r=1}^{\infty} \left(\frac{1}{2} \right)^r$$

Solución para el ejercicio 5.11.2 en la página 49

$$\left| \int_0^2 (x^2 - 4) dx \right|$$

Solución para el ejercicio 5.11.3 en la página 49

$$ax^2 + bx + c = a \left(x^2 + \frac{b}{a}x + \frac{c}{a} \right) = \\ \rightarrow a \left[\left(x + \frac{b}{2a} \right)^2 + \right. \\ \left. \left(\frac{c}{a} - \frac{b^2}{4a^2} \right) \right]$$

Solución para el ejercicio 5.13.1 en la página 50

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

Solución para el ejercicio 5.13.2 en la página 50

`$$\lim_{x\rightarrow 0}\frac{\sin x}{x}=1$$`

Solución para el ejercicio 5.14.1 en la página 50

`$$\vec{w}=2\vec{u}+3\vec{v}$$`

Solución para el ejercicio 5.15.1 en la página 51

`$$A-\lambda I=\begin{pmatrix}x-\lambda & 1 & 0 \\ 0 & x-\lambda & 1 \\ 0 & 0 & x-\lambda\end{pmatrix}$$`

Solución para el ejercicio 5.18.1 en la página 53

Sea M el punto medio del segmento $\overline{PQ}$

Solución para el ejercicio 5.18.2 en la página 53

`$$f(\overbrace{a+a+\cdots+a}^n\text{ veces})=\overbrace{f(a)+f(a)+\cdots+f(a)}^n=n\cdot f(a)$$`

Solución para el ejercicio 8.1.1 en la página 66

El `\rotatebox[origin=cB]{90}{lunes}` empieza la `\scalebox{2}{semana}` y termina el `\rotatebox[origin=cB]{-90}{viernes}`

Solución para el ejercicio 8.1.2 en la página 66

El `\rotatebox[origin=cB]{180}{lunes}` empieza la `\resizebox{6em}{!}{\reflectbox{semana}}` y termina el `\rotatebox[origin=cB]{-180}{viernes}`

Solución para el ejercicio 8.1.3 en la página 67

`\includegraphics[height=1cm]{LogoXunta}`

Solución para el ejercicio 8.2.1 en la página 69

El `\textcolor{green}{lunes}` empieza la `\fcolorbox{red}{orange}{semana}` y termina el `\textcolor{cyan}{viernes}`

Solución para el ejercicio 8.3.1 en la página 70

```
\begin{tabular}{|r|r|>{\columncolor{gray}}r|>{\columncolor{red}}r|}
\hline
JU & VI & SA & DO\\
\hline
21 & 22 & 23 & 24\\
\hline
28 & 29 & 30 & 31\\
\hline
\end{tabular}
```

Solución para el ejercicio 8.4.1 en la página 73

```
\begin{tikzpicture}[line width=3pt]
\draw[very thin,color=gray] (0,0) grid (6,3);
\draw (2,2) arc (0:270:1);
\draw (1,0) rectangle (3,2);
\draw[->] (3,0)-- (4,2);
\draw[color=green,fill=green] (5,1) circle(1cm);
\end{tikzpicture}
```

Solución para el ejercicio 8.4.2 en la página 75

```
\begin{tikzpicture}
\draw[very thin,color=gray] (0,0) grid (5,3);
\draw[color=red,fill=green] (1,1) node[below]{Debajo} rectangle (4,2)
-> node[above]{Encima};
\end{tikzpicture}
```

Solución para el ejercicio 8.4.3 en la página 75

```
\begin{tikzpicture}
\draw[very thin,color=gray] (-1.1,-1.1) grid (12.1,1.1);
\draw[->] (-1.2,0) -- (12.2,0) node[right] {$x$};
\draw[->] (0,-1.2) -- (0,1.2) node[above] {$y$};
\draw[color=red] (-1,-1)-- node[above,sloped] {$y=\frac{15}{45}x-\frac{45}{5}$}(9,1);
\end{tikzpicture}
```

Solución para el ejercicio 8.4.4 en la página 76

```
\begin{tikzpicture}
\draw (0,0) \foreach \x in {0,45,...,360}{--++(\x:1)};
\end{tikzpicture}
```

Solución para el ejercicio 8.4.5 en la página 78

```
\begin{tikzpicture}[scale=0.95]
\draw[very thin,color=gray] (-1.1,-1.1) grid (12.1,1.1);
\draw[->] (-1.2,0) -- (12.2,0) node[right] {$x$};
\draw[->] (0,-1.2) -- (0,1.2) node[above] {$f(x)$};
```



```

\draw[color=blue,domain=-1:12,samples=100] plot(\x,{sin(2*\x r)}) node[right]
→ {\$f(x) = \sin 2x$};
\draw[color=red,domain=-1:12,samples=100] plot(\x,{0.5*cos(\x r)}) node[right]
→ {\$f(x) = \frac{1}{2} \cos x$};
\end{tikzpicture}

```

Solución para el ejercicio 8.4.6 en la página 78

```

\begin{tikzpicture}
\draw[very thin,color=gray] (-1.1,-1.1) grid (9.1,1.1);
\draw[->] (-1.2,0) -- (9.2,0) node[right] {\$x$};
\draw[->] (0,-1.2) -- (0,1.2) node[above] {\$y$};
\draw[color=red,domain=0:9] plot(\x,{0.02*\x^3-0.28*\x^2+\x-0.5}) node[right]
→ {\$f(x) = 0.02x^3-0.28x^2+x-0.5$};
\end{tikzpicture}

```


Bibliografía

- [1] A. Alexánder Borbón y F. Walter Mora. «Edición de textos científicos. LATEX 2020». En: *Revista digital Matemática. Educación e Internet, Instituto Tecnológico de Costa Rica* (2020).
- [2] Javier Bezos. *Bibliografías y su ortotipografía*. URL: <http://www.texnia.com/archive/bibliografia-iso.pdf>.
- [3] Javier Bezos. *Blog de UniCos. Sistemas de cita*. URL: <https://uniondecorrectores.wordpress.com/2017/09/04/sistemas-de-cita/> (visitado 13-01-2021).
- [4] Bernardo Cascales Salinas y col. «LATEX. Una imprenta en sus manos». En: *Aula Documental de Investigación* (2000).
- [5] Comunidad global. *ZOTERO*. URL: <https://www.zotero.org/>.
- [6] Stefan Kottwitz. *TeXample*. URL: <https://texample.net/tikz/examples/>.
- [7] Julián Marquina. *16 buscadores académicos que harán que te olvides de Google*. URL: <https://www.julianmarquina.es/16-buscadores-academicos-que-haran-que-te-olvides-de-google/> (visitado 13-01-2021).
- [8] Amaya Michelle y col. *Manual de citas y referencias bibliográficas: Latino, APA, Chicago, IEEE, MLA, Vancouver*. Ediciones Uniandes-Universidad de los Andes, 2020.
- [9] Carlos Torres Ninahuanca. *Una breve introducción a JabRef*. URL: <https://edumate.files.wordpress.com/2015/01/una-introduccion-a-jabref.pdf>.
- [10] Thomas F. Sturm. *The tcolorbox package*. URL: <https://www.ctan.org/pkg/tcolorbox>.
- [11] Till Tantau, Joseph Wright y Vedran Miletic. *The beamer class*. URL: <http://bitbucket.org/rivanvx/beamer>.
- [12] Wikilibros. URL: https://es.wikibooks.org/w/index.php?title=Manual_de_LaTeX&oldid=386100.