

# Introducción a L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

Misraim Gutiérrez  
Facultad de Ciencias  
UNAM

**Versión: Septiembre 2011**

---

# ÍNDICE GENERAL

<b>1. Estructura Básica de documentos.</b>	<b>3</b>
1.1. Estructura del código fuente o fichero de entrada. . . . .	3
1.2. Clase de documento . . . . .	3
1.3. Caracteres especiales. . . . .	4
1.4. Órdenes $\text{\LaTeX}$ . . . . .	5
1.5. Comentarios. . . . .	5
1.6. Proyectos grandes. . . . .	5
<b>2. Composición del Texto.</b>	<b>7</b>
2.1. Soporte para otros idiomas. . . . .	7
2.2. Saltos de línea y Justificación de párrafos. . . . .	7
2.3. Cadenas predeterminadas. . . . .	8
2.4. Títulos, capítulos y secciones. . . . .	8
2.5. Referencias cruzadas . . . . .	9
2.6. Notas al pie de página . . . . .	10
2.7. Palabras enfatizadas . . . . .	10
2.8. Entornos . . . . .	10
2.9. Tipos de listas . . . . .	11
2.10. Alineación de texto . . . . .	11
2.11. Tablas y figuras . . . . .	11
<b>3. Fórmulas Matemáticas</b>	<b>14</b>
3.1. Generalidades . . . . .	14
3.1.1. Modo matemático de despliegue . . . . .	14
3.2. Construcción de fórmulas matemáticas . . . . .	15
3.2.1. Raíces y fracciones . . . . .	15
3.2.2. Exponentes y subíndices . . . . .	16
3.2.3. Letras griegas . . . . .	16
3.2.4. Límites, derivadas e integrales . . . . .	16
3.2.5. Sumas y productos . . . . .	17
<b>4. Matemáticas actuariales</b>	<b>18</b>
4.1. Paquete lifecon . . . . .	18
4.1.1. Tabla de mortalidad . . . . .	18
4.1.2. Anualidades contingentes . . . . .	19
4.1.3. Seguros . . . . .	19

<b>5. Diagramas matemáticos con Xy-pic</b>	<b>20</b>
5.1. Flechas . . . . .	20
5.2. Etiquetas . . . . .	21
5.3. Cadenas de Markov y sus diagramas de estados . . . . .	21
<b>6. Presentaciones en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X</b>	<b>22</b>
6.1. La clase Beamer . . . . .	22
6.1.1. Listas . . . . .	23
6.1.2. Ecuaciones . . . . .	24

---

---

# CAPÍTULO 1

---

## ESTRUCTURA BÁSICA DE DOCUMENTOS.

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X es un sistema de composición muy adecuado para realizar textos científicos y matemáticos de alta calidad tipográfica. Es también adecuado para producir documentos de cualquier otro tipo, desde simples cartas hasta libros enteros.

### 1.1. Estructura del código fuente o fichero de entrada.

Cuando L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X procesa un fichero de entrada, espera que siga una cierta estructura. Así, todo fichero de entrada comienza con la orden

```
\documentclass{...}
```

Esto indica a qué tipo de documento que uno quiere escribir. Después, puede incluir órdenes que determinarán el estilo de todo el documento, o cargar paquetes que añaden nuevas características al sistema L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. Para cargar un paquete en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X se utiliza la orden

```
\usepackage{}
```

Cuando todo el trabajo de preparación del documento está hecho, se comienza a escribir el cuerpo del texto que debe ir entre las órdenes

```
\begin{document}... \end{document}
```

El área que se encuentra antes de la orden `\begin{document}` se le conoce como *preámbulo*. En la figura 1.1 se muestra la forma más sencilla de un documento en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.

### 1.2. Clase de documento

Como ya hemos mencionado, la primera información que L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X necesita saber cuando procesa un fichero de entrada es el tipo de documento que el autor quiere crear. Esto se indica con la orden `\documentclass`.

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

Donde *clase* indica el tipo de documento que se desea crear. El parámetro *opciones* personaliza el comportamiento de la clase, donde las opciones que se le den se tienen que separar por comas. A continuación se muestra algunos estilos del documento.

---

```

\documentclass{article}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage[spanish]{babel}
\begin{document}
Texto, Teoremas, imagenes y todo
lo que quieres en tú documento
\end{document}

```

---

Figura 1.1: Fichero de entrada más simple.

---

**article** Para artículos de revistas científicas, informes breves, invitaciones, tareas...

**proc** Para actas, basado en la clase article.

**report** Para informes más largos que contienen varios capítulos, pequeños libros, tesis...

**book** Para libros reales.

**beamer** Para realizar presentaciones (transparencias).

---

En la parte de *opciones* puede tomar en cuenta las siguientes referencias.

---

**10pt**, **11pt**, **12pt** Establece el tamaño de la principal fundición del documento. Si no se especifica ninguna opción, se aplica **10pt**.

**a4paper**, **letterpaper**,... Define el tamaño del papel. El tamaño por omisión es **letterpaper**.

**leqno** Coloca los números de las fórmulas a la izquierda en vez de a la derecha.

**onecolumn**, **twocolumn** Dice a L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X que componga el documento en una o dos columnas.

**twoside**, **oneside** Indica si generar el documento a dos caras o a una, respectivamente.

---

Las clases **article** y **report** son a una cara, mientras que la clase **book** es a dos caras.

---

### 1.3. Caracteres especiales.

Los siguientes símbolos son caracteres especiales que tienen significados especiales en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X o no están disponibles en todas tipografías. Si los ponen normalmente en su texto no los imprimirá, sino que obliga a L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X hacer cosas que no pretende.

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

Para poder utilizar estos caracteres en sus documentos se tiene que utilizar una retrobarra (barra invertida o backslash) como prefijo:

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

Vemos que estos símbolos se pueden imprimir con órdenes especiales, El caracter retrobarra \ no se puede escribir con otra retrobarra delante (\\); esta secuencia nos sirve para saltar de línea en el texto.

## 1.4. Órdenes L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

Las órdenes en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X son sensibles a mayúsculas y comienzan con una retrobarra \ y tienen un nombre con puras letras. Si quieres un espacio en blanco despues de una orden, se tiene que poner {} despues de la orden o una orden especial de espaciado. Las {} impiden a L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X comerse todo el espacio tras el nombre de la orden. Por ejemplo:

Escribir en `\LaTeX{}`es muy divertido

Escribir en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X es muy divertido

Claramente se ve como L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X deja un espacio despues de la instrucción `\LaTeX` al utilizar `{}`. Alguna órdenes requieren de un parámetro que tiene que ponerse entre laves { } tras el nombre de la orden. Hay que mencionar que algunas órdenes soportan parámetros opcionales, que se añaden tras el nombre de la orden entre corchetes [ ]. El siguiente ejemplo usa alguna órden de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.

`\textbf{Quiero poner esto en negritas}`

**Quiero poner esto en negritas**

Tengo que comenzar una nueva línea ;justo aquí!\newline ;Gracias!

Tengo que comenzar una nueva línea ;justo aquí! ;Gracias!

## 1.5. Comentarios.

Cunado L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X encuentra un carácter %, todos los caracteres que se encuentran despues de este, no se imprimen, sirve para hacer comentarios para indentar el código fuente. En muchas ocasiones sirve para hacer anotaciones, recordar ejemplos o buscar errores.

Me gustaría resaltar `\emph{estas letras}`  
%esto quiero que no se vea

Me gustaría resaltar *estas letras*

Para comentarios más largos puede usar el ambiente `comment` proporcionado por el paquete `verbatim`. Esto significa que tenemos que agregar la línea `\usepackage{verbatim}` en el preámbulo del documento.

Este es otro ejemplo para hacer comentarios, solo que mas largos  
`\begin{comment}`  
esto quiero que no se vea  
`\end{comment}`

Este es otro ejemplo para hacer comentarios, solo que mas largos

Algo que hay que tener en cuenta es que esto no funciona en ambientes complejos, como por ejemplo el matemático.

## 1.6. Proyectos grandes.

Cuando trabaje en proyectos grandes, puede ser util dividir el fichero de entrada en varias partes. L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X tiene dos órdenes que son muy útiles para hacerlo.

`\include{Nombre_del_fichero}`

Puede usar esta orden en el *cuerpo del documento* para insertar el contenido de otro fichero llamado *Nombre\_del\_fichero.tex*. Este otro fichero debe de no tener preámbulo ni las intrucciones `\begin{document}` y `\end{document}`, solo texto.

La segunda orden puede usarse en el preámbulo. le permite indicar a L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X que solamente incluya algunos de los ficheros señalados mediante `\include{ }`.

`\includeonly{Nombre_del_fichero_1,Nombre_del_fichero_2,...}`

Tras ejecutar esta orden en el preámbulo del documento, sólo se ejecutarán las órdenes `\include` para los ficheros listados en el argumento de la orden `\includeonly`. Nótese que no debe de haber ningún espacio entre los nombres de ficheros y las comas.

En la figura 1.2 se presenta un fichero de entrada utilizando las instrucciones `\include{}` y `\includeonly{}`. Nótese que no es necesario escribir la extensión del fichero.

---

```
\documentclass{article}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage[spanish]{babel}
\includeonly{Nombre_del_fichero_1,Nombre_del_fichero_2}

\begin{document}
\include{Nombre_del_fichero_1}
\include{Nombre_del_fichero_2}
\include{Nombre_del_fichero_3}
:
\include{Nombre_del_fichero_n}
\end{document}
```

---

Figura 1.2: Fichero para proyectos grandes que solo incluye los 2 primeros Ficheros.

---

---

# CAPÍTULO 2

---

## COMPOSICIÓN DEL TEXTO.

### 2.1. Soporte para otros idiomas.

Cuando uno quiera escribir textos en otros idiomas distintos al español debe configurar adecuadamente su sistema que usted utiliza y activar el paquete `babel` añadiendo la orden

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

seguida de la orden `\documentclass`. Así, en la figura 1.1 puede notar que ya estamos determinando que el texto será en idioma español. Puede listar los *idiomas* contruidos en su sistema  $\text{\LaTeX}$  cada vez que se ejecuta el compilador. Babel activará automáticamente las reglas de silabación para el idioma que escoja.

La mayoría de los sistema de ordenador modernos le permite escribir letras de diferentes alfabetos directamente desde el teclado. Para manejar varias codificaciones de entrada usadas por diferentes grupos de idiomas en diferentes plataformas  $\text{\LaTeX}$  emplea el paquete `inputenc`

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

Cuando use este paquete, debería considerar que otras personas podrían no poder editar sus ficheros de entrada en sus ordenadores, por que usen una codificación diferente. Las siguientes codificaciones pueden resultarle útiles, dependiendo del sistema en que esté trabajando

Sistema Operativo	Codificación
Mac	<code>applemac</code>
Linux	<code>utf8</code>
Windows	<code>ansinew</code>

En el ejemplo que muestran la figura 1.1 y 1.2 puede ver que la codificación se presenta para un sistema Linux.

la condificación de fundiciones

### 2.2. Saltos de línea y Justificación de párrafos.

La forma en que se componen los párrafos depende de la clase del documento. Normalmente la primera línea de un párrafo lleva sangría y no hay espacio adicional entre dos párrafos. Por ejemplo, los libros se suelen componer con líneas de igual longitud.  $\text{\LaTeX}$  inserta los saltos de línea y los espacios necesarios entre palabras.

Para ordenar a  $\text{\LaTeX}$  que haga un salto de línea se utiliza las ordenes:



`\ \ ó \newline`

estas intrucciones comienzan una nueva línea sin comenzar un nuevo párrafo. La orden

`\*`

prohíbe un salto de página tras el salto forzado de línea. Para pedirle a L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X que comience una nueva página se usa la orden:

`\newpage`

## 2.3. Cadenas predeterminadas.

Existen en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X algunas órdenes simples para componer cadenas de texto especiales, por ejemplo:

Orden	Descripción
<code>\today</code>	Pone la fecha del día en que ejecutaste el fichero de entrada.
<code>\LaTeX</code>	L <sup>A</sup> T <sub>E</sub> X
<code>\TeX</code>	T <sub>E</sub> X

## 2.4. Títulos, capítulos y secciones.

Las siguientes órdenes son muy utilizadas en la parte del preámbulo para saber quien escribió el documento, cual es el título del documento y la fecha en que se elaboró.

Orden	Descripción
<code>\author{}</code>	Normalmente se pone el nombre del quien escribe.
<code>\title{}</code>	Título del documento.
<code>\date{}</code>	Para imprimir la fecha.

En la figura 2.1 se muestra un fichero de entrada donde se agregan estas últimas tres órdenes, nótese que combinan la orden `\date{}` junto con `\today`.

```

\documentclass{article}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage[spanish]{babel}
\title{Nombre del documento}
\date{\today}
\author{Mi nombre}
\begin{document}
Texto, Teoremas, imagenes y todo
lo que quieres en tú documento
\end{document}

```

Figura 2.1: Fichero de entrada identificando autor, título y fecha.

Para ayudar al lector a orientarse en el libro que se está escribiendo, se debería dividirlo en capítulos, secciones y subsecciones. Las siguientes órdenes están disponibles para la clase `article`:

```

\section{...}
\subsection{...}
\subsubsection{...}
\paragraph{...}
\subparagraph{...}

```

Para dividir el documento en partes sin influir en la numeración de secciones o capítulos puede usar

```
\part{...}
```

Cuando uno trabaje con las clases `report` o `book`, estará disponible la orden

```
\chapter{...}
```

El espacio entre secciones, la numeración y el tamaño de la fundición de los títulos quedará correctamente establecida por L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X .

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X crea un índice general tomando los encabezados de las secciones y los números de páginas de la última compilación del documento. La orden es

```
\tableofcontents
```

Esta orden debe ir dentro del cuerpo del documento, después de `\begin{document}`, así, sitúa el índice general en el lugar donde se ejecuta la orden. Un documento nuevo debe compilarse dos veces para conseguir un índice general correcto. A veces es necesario compilar tres veces y L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X indicará cuando sea necesario. Todas las ordenes o instrucciones tienen una versión “estrella”. Se trata de órdenes con el mismo nombre seguidas de un `*`. Por ejemplo

```
\section*{...}
```

Estas ordenes generan encabezados en el documento pero no aparecen en el índice general.

Hay veces que uno quiere que en el índice general aparezca otro nombre distinto al encabezado en el texto, así que la entrada para el índice general se puede indicarse como un argumento opcional antes del encabezado general.

```
\chapter[T\`itulo para el \`indice general]{T\`itulo para el texto}
```

Este caso también sirve en la ocasión en que el título es muy grande y no es posible que se imprima bien en el índice general.

El título para todo el documento se genera con la orden

```
\maketitle
```

El contenido del título se define mediante las órdenes

```

\title{...}
\author{...}
\date{...} (opcionalmente)

```

Véase la figura 2.2 .

## 2.5. Referencias cruzadas

En particular, en los libros y artículos científicos, hay a menudo referencias cruzadas a figuras, cuadros y partes especiales del texto. L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X cuenta con las siguientes órdenes para referenciar

```

\label{marcador}
\ref{marcador}
\pageref{marcador}

```

donde *marcador* es un identificador escogido por el usuario. L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X reemplaza `\ref` por el número de la sección, subsección, figura, tabla, o teorema tras el situar la orden `\label` correspondiente. `\pageref` imprime el número de página de la página donde la orden `\label` se sitúa.

---

```

\documentclass{article}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage[spanish]{babel}
\title{Nombre del documento}
\date{\today}
\author{Mi nombre}
\begin{document}
\maketitle
\chapter{Capítulo 1}
\section{Primera seccion del Capítulo 1}
Texto, Teoremas, imagenes y todo
lo que quieres en tú documento
\end{document}

```

---

Figura 2.2: Fichero de entrada con título, capítulo y una seccion.

## 2.6. Notas al pie de página

Con la órden

```
\footnote{texto al pie}
```

se imprime una nota al pie de la p'agina actual. Debe ponerse las notas tras la palabra upración a la que se refieren.

Las notas al pie de página  

```
\footnote{Nota al pie}
```

se utilizan mucho en `\LaTeX`

Las notas al pie de página<sup>1</sup> se utilizan mucho en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

---

<sup>1</sup>Nota al pie

## 2.7. Palabras enfatizadas

Para poder enfatizar palabras en un texto, una manera es subrayandolas, esto se puede con la órden

```
\underline{texto}
```

En algunos libros las palabras se enfatizan con letras *cursivas*. L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X proporciona la órdenes

```
\emph{texto}
```

Lo que hace realmente la orden con su argumento depende del contesxto, por ejemplo

`\emph{Si usa énfasis en un fragmento de texto ya enfatizado, entonces \LaTeX{} usa la fundición \emph{normal} para enfatizar}`

*Si usa énfasis en un fragmento de texto ya enfatizado, entonces L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X usa la fundición normal para enfatizar*

## 2.8. Entornos

Los entornos o ambientes tienen la siguiente estructura

```

\begin{entorno}
  texto
\end{entorno }

```

Donde *entorno* es el nombre del entorno o ambiente. Los entornos pueden anidarse uno dentro de otro mientras se mantenga el orden correcto. Mas adelante veremos los entornos mas importantes que L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X proporciona.

## 2.9. Tipos de listas

En L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X se puede utilizar algun tipo de lista, por ejemplo, en listar con viñetas, enumerar y dar descripciones. El entorno `itemize` es adecuado para listas simples con viñetas, el entorno `enumerate` sirve para listas enumeradas y el entorno `description` para descripciones. El siguiente ejemplo muestra el uso de estos tres entornos:

```
\begin{itemize}
  \item Primero
  \item Segundo
\end{itemize}
```

```
\begin{itemize}
  \item[*] Asterisco
  \item[+] Suma
\end{itemize}
```

```
\begin{enumerate}
  \item El número 1
  \item El número 2
\end{enumerate}
```

```
\begin{description}
  \item[a] Inciso
  \item[b] Inciso
\end{description}
```

- |                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Primero</li> <li>■ Segundo</li> <li>* Asterisco</li> <li>+ Suma</li> </ul> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. El número 1</li> <li>2. El número 2</li> </ol> <p>a) Inciso</p> <p>b) Inciso</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 2.10. Alineación de texto

Los entornos `flushleft` y `flushright` generan párrafos alineados a la izquierda y a la derecha respectivamente. El entorno `center` genera texto o algun objeto centrado (como pudiera ser una tabla).

```
\begin{flushleft}
Este texto está alineado a
la izquierda
\end{flushleft}
```

```
\begin{flushright}
Este texto está alineado a
la derecha
\end{flushright}
```

```
\begin{center}
Y este texto está centrado
\end{center}
```

<p>Este texto está alineado a la izquierda</p> <p style="text-align: right;">Este texto está alineado a la derecha</p> <p style="text-align: center;">Y este texto está centrado</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## 2.11. Tablas y figuras

El entorno `tabular` es utilizado para componer tablas con líneas opcionales horizontales o verticales. L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X determina el ancho de las columnas automáticamente.

```
\begin{tabular}{alineación}
```

El argumento *alineación* de la orden anterior, define el formato de la tabla. Se utiliza la letra `l` para que la columna de texto sea alineada a la izquierda, la letra `r` para alinear el texto a la derecha y la letra `c` para centrar el texto, `|` pone una línea vertical en la tabla. Para poder saltar a la columna siguiente se utiliza el

símbolo &. Es necesario dar un salto de línea al terminar de componer cada renglon de la tabla utilizando `\\`. En el siguiente ejemplo se muestran los argumentos anteriores.

```
\begin{tabular}{l | c | r}
1 & 2 & 3 \\
\hline
4 & 5 & \\
\hline
6 & 7 & 8 \\
\end{tabular}
```

1	2	3
4	5	
6	7	8

Nótese que la instrucción `\hline` dentro del entorno `tabular` pinta una línea horizontal. Si uno está interesado en alinear la tabla a la derecha, izquierda o centrarla, uno puede anidar el entorno `tabular` con los entornos `right`, `left` y `center`, por ejemplo:

```
\begin{flushright}
\begin{tabular}{l | c | r}
1 & 2 & 3 \\
\hline
4 & 5 & \\
\hline
6 & 7 & 8 \\
\end{tabular}
\end{flushright}
```

1	2	3
4	5	
6	7	8

Hay veces que uno quiere poner tablas que tengan cabecera o un título. Así L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X cuenta con la instrucción

$$\backslash multicolumn\{columnas\}\{alineación\}\{texto\}$$

donde *columnas* es el número de columnas que deseas ocupar y *alineación* funciona exactamente igual.

```
\begin{tabular}{|c|c|c|}
\hline
\multicolumn{2}{|c|}{Son equivalentes} & & \\
Función \\
\hline
 $\exp(x)$  &  $e^x$  & & Exponencial \\
\hline
\end{tabular}
```

Son equivalentes		Función
$\exp(x)$	$e^x$	Exponencial

Muchas veces para ejemplificar, explicar o ilustrar algún tema o idea, es útil el uso de figuras. L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X Cuenta con el entorno o ambiente

$$\backslash begin\{figure\}[colocador] \text{ Figura } \backslash end\{figure\}$$

La opción *colocador* se utiliza para decir a L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X dónde se puede deslizar la figura. Se construye un colocador mediante una cadena de permisos de *deslizamiento*. Véase la figura 2.3.

Por ejemplo, una figura podría empezar con el renglón siguiente:

$$\backslash begin\{figure\}[!hbp]$$

El colocador `[!hbp]` permite que L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X coloque la figura justo aquí (**h**) o abajo (**b**) en alguna página o en una página especial con deslizante (**p**), y todo ello incluso si no queda tan bien (**!**).

Signo	Permiso para deslizar
h	aquí ( <i>here</i> ) en el mismo lugar del texto donde aparece. Útil para elementos pequeños
t	arriba ( <i>top</i> ) en la página
b	abajo ( <i>bottom</i> ) en la página
p	en una <i>página</i> especial sólo con deslizantes
!	sin considerar la mayoría de los parámetros internos, que podrían impedir su colocación

Figura 2.3: Permisos de deslizamientos

Con la orden o instrucción

```
\caption{texto del pie}
```

puede definir un enblema o texto al pie de cada una de las figuras que usted utilice. Esto sirve para dr una mejor explicación de dichas figuras. La siguiente figura muestra el código basico para incluir en tu texto alguna imagen que se requiera.

```
\begin{figure}
\includegraphics[width=8cm,height=8cm]{nombre de la imagen o figura}
\caption{texto al pie de la figura}
\end{figure}
```

Figura 2.4: Ejemplo básico para insertar una figura

Nótese que la orden

```
\includegraphics[width=8cm,height=8cm]{nombre de la imagen o figura}
```

sirve para invocar la imagen o figura que se quiere incluir en el texto con un ancho (*width*) de 8 centímetros y una altura (*height*) de 8 centímetros. Basta con solo escribir el nombre de la figura para ponerla, sin embargo esta figura debe de estar contenida en la misma carpeta en la cual se encuentra tu archivo .tex, de lo contrario tendrias que poner la dirección en donde se encuentra almacenada la figura en tu computadora.

---

---

# CAPÍTULO 3

---

## FÓRMULAS MATEMÁTICAS

Una de las características muy especiales de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X es la composición de fórmulas matemáticas, ya que es muy sencillo crear cualquier tipo de modelo matemático.

### 3.1. Generalidades

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X tiene un modo especial para componer modelos matemáticos. Hay dos posibilidades: escribir las matemáticas dentro de un párrafo, en el mismo renglón que el resto del texto, o partir del párrafo para poner las matemáticas aparte, destacadas. El texto matemático *dentro* del párrafo se intrduce entre `\(` y `\)` o bien, entre dos signos de `$`.

Si `$f$` es integrable en `[$a,b]$` y `$k$` es un número real cualquiera, entonces `$kf$` es integrable en `[$a,b]$`

Si $f$ es integrable en $[a, b]$ y $k$ es un número real cualquiera, entonces $kf$ es integrable en $[a, b]$
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 3.1.1. Modo matemático de despliegue

Cuando uno quiere que sus ecuaciones o fórmulas matemáticas más grandes se sitúen destacadas aparte del resto del párrafo, es preferible aislarla. Para ello puede encerrarla entre `\[` y `\]` o bien, `\begin{displaymath}` y `\end{displaymath}`.

Si `$F$` es antiderivada de `$f$`, entonces  
`\[`  
`\int_a^b f(x) dx = F(b)-F(a)`  
`\]`

Si $F$ es antiderivada de $f$ , entonces
------------------------------------------

$\int_a^b f(x)dx = F(b) - F(a)$
---------------------------------

En los libros siempre es muy útil enumerar ecuaciones, por lo que uno puede utilizar en entorno `equation`. puede etiquetar mediante `\label{}` la ecuación y referirse a dicha ecuación desde otro lugar usando `\ref{}` o la orden `\eqref{}` del paquete `amsmath`.

`\begin{equation} \label{del}`  
`\delta > 0`  
`\end{equation}`  
De `\ref{del}` se tiene que  
`$-\delta < 0$`

$\delta > 0 \quad (3.1)$
--------------------------

De 3.1 se tiene que $-\delta < 0$
-----------------------------------

Algo importante que hay que notar es la diferencia de estilos que hay entre las ecuaciones en párrafo y las ecuaciones aisladas.

Se tiene que

`\lim_{x \to 0} \frac{\text{Sen}(x)}{x}=1`

Se tiene que  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\text{Sen}(x)}{x} = 1$

Se tiene que

`\[`  
`\lim_{x \to 0} \frac{\text{sen}(x)}{x}=1`  
`\]`

Se tiene que

$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\text{sen}(x)}{x} = 1$

Hay diferencia entre el modo matemático y el modo texto. Esto es que en modo matemático se tiene que:

1. La mayoría de los espacios y saltos de línea no significan nada, pues todos los espacios se deducen lógicamente de las expresiones matemáticas, o tienen que ser indicados con las órdenes especiales `\quad`, `\qquad`.
2. No se permiten renglones vacíos. Sólo un párrafo por fórmula.
3. Cada letra se considera como nombre de una variable y como tal será compuesta. Si quiere componer texto normal dentro del modo matemático entonces tiene que indicar el texto usando la orden `\text{trm}{}`.

`\begin{equation}`  
`\forall y \in \mathbf{R}`  
`\quad y^2 \geq 0`  
`\end{equation}`

$\forall y \in \mathbf{R} \quad y^2 \geq 0 \quad (3.2)$

`\[`  
`\text{trm}{Si} \quad x^2 > 0 \quad \text{trm}{entonces} \quad x > 0`  
`\]`

Si  $x^2 > 0$  entonces  $x > 0$

## 3.2. Construcción de fórmulas matemáticas

### 3.2.1. Raíces y fracciones

En textos matemáticos es indispensable utilizar raíces y fracciones. Para poder componer alguna raíz se utiliza la instrucción

`\sqrt[raíz]{argumento}`

en donde le *raíz* representa el índice de la raíz y *argumento* es el radicando. Por ejemplo

`\sqrt{1600}=40`

$\sqrt{1600} = 40$

Nótese que si sólo ponemos la instrucción `\sqrt{argumento}` se trata del caso de la raíz cuadrada.

Para poder generar fracciones existe la instrucción

`\frac{numerador}{denominador}`.

donde queda muy claro los argumentos *numerador* y *denominador*. Por ejemplo

`\frac{3}{2}+\frac{5}{2}=4`

$\frac{3}{2} + \frac{5}{2} = 4$

Un ejemplo clásico en donde se utiliza tanto una raíz como una fracción es el siguiente



```
\[
x_{1,2}=\frac{-b\pm\sqrt{b^2-4ac}}{2a}
\]
```

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

En este ejemplo solo hay que hacer las observaciones de como se invoca el símbolo  $\pm$ , como se agrupan los subíndices de  $x_{1,2}$ .

### 3.2.2. Exponentes y subíndices

Los *exponentes y subíndices* pueden indicarse con los caracteres  $\wedge$  y  $\_$ .

```
\$a_1, a_2\$ \quad \$x_{11}, x_{12}\$
\quad \$y^2 \ y^3\$ \quad \$e^{ti}\$
\quad \$p_{ij}^2\$
```

$$a_1, a_2 \quad x_{11}, x_{12} \quad y^2 \ y^3 \\ e^{ti} \quad p_{ij}^2$$

### 3.2.3. Letras griegas

En L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X es muy facil poder presentar *letras griegas* minúsculas introduciendo las ordenes `\alpha`, `\beta`, `\gamma`,... , y las mayúsculas se introducen con `\Gamma`, `\Delta`,...

```
\$Lambda, \xi, \Pi, \mu, \Omega,
\alpha, \theta, \rho, \Gamma\$
```

$$\Lambda, \xi, \Pi, \mu, \Omega, \alpha, \theta, \rho, \Gamma$$

### 3.2.4. Límites, derivadas e integrales

Para poner *límites* en nuestro texto basta con poner la instrucción `\lim` el cual nos generara el automáticamente el límite, es importante notar que se pueden utilizar subíndices despues de esta instrucción. Para generar *derivadas* se puede utilizar una fracción poniendo como numerador la letra “d” y como denominador las letras “dx”, en caso de poner una *derivada parcial* el numerador debe ser la instrucción `\partial` y el denominador `\partial x`. Para construir *integrales* se utiliza la orden o instrucción `\int` que nos generará el símbolo de la integral.

```
\begin{displaymath}
\lim_{x \rightarrow a} f(x) = f(a)
\end{displaymath}
```

```
\[
\frac{d}{dx} f(x)g(x)
=f(x)\frac{d}{dx}g(x)
+ g(x)\frac{d}{dx} f(x)
\]
```

```
\[
\frac{\partial}{\partial x} f(x,y)
\]
```

```
\begin{equation}
\int_{-\infty}^{\infty} f_X(x) = 1
\end{equation}
```

```
\begin{displaymath}
F_{X+Y}(u) = \iint f_{X,Y}(x,y) dydx
\end{displaymath}
```

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) = f(a)$$

$$\frac{d}{dx} f(x)g(x) = f(x)\frac{d}{dx}g(x) + g(x)\frac{d}{dx}f(x)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} f(x,y)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} f_X(x) = 1 \quad (3.3)$$

$$F_{X+Y}(u) = \iint f_{X,Y}(x,y) dydx$$

Hay que observar que en el último ejemplo se tiene un resultado con una doble integral, en caso de querer poner integrales múltiples esta manera es válida solo hasta una integral cuádruple, escribiendo cuatro *i*'s.

### 3.2.5. Sumas y productos

Así como en los ejemplos anteriores existen instrucciones que nos permiten escribir sumas y productos. Para escribir una suma se utiliza la instrucción `\sum` cuya instrucción puede ir acompañada de subíndices y superíndices. Para el producto es exactamente igual solo que utilizando la instrucción `\prod`.

```
\[  
\sum_{i=1}^{\infty} f_X(x) = 1  
\]
```

```
\begin{displaymath}  
L(\theta) = \prod_{j=1}^n f(x_i; \theta)  
\end{displaymath}
```

$$\sum_{i=1}^{\infty} f_X(x) = 1$$

$$L(\theta) = \prod_{j=1}^n f(x_i; \theta)$$

---

---

# CAPÍTULO 4

---

## MATEMÁTICAS ACTUARIALES

Una tópicos importante que se debe abordar en este trabajo, es la parte de símbolos que son utilizados en la parte de Matemáticas actuariales. Esto será de gran utilidad para la comunidad de estudiantes de la licenciatura de Actuaría.

### 4.1. Paquete lifecon

El paquete `lifecon` es distribuido por el Departamento de Ciencias Matemáticas en la Universidad de Durham. El paquete consiste en la construcción de nuevas instrucciones o comandos que nos ayudaran a imprimir los símbolos que son utilizados en los textos de Matemáticas actuariales. En la siguiente liga <http://maths.dur.ac.uk/stats/courses/AMII/lifecon.sty> se puede encontrar la implementación de dichos comandos, las líneas de código deben ser copiadas en un archivo con extensión `.sty` el cual debe guardarse en el mismo directorio en el que se encuentra tu archivo principal `.tex`. En este trabajo solo daremos ejemplos de los símbolos más usuales. Si uno esta interesado en buscar más símbolos puede descargar de la red el documento `LifeConSymbolsGuide.pdf`.

Despues de llevar a cabo las instrucciones anteriores, basta con cargar el paquete `lifecon` en nuestro preámbulo, es decir, agregar la línea `\usepackage{lifecon}` antes del `begin{document}`.

#### 4.1.1. Tabla de mortalidad

A continuación daremos ejemplos de como poner los símbolos actuariales que se utilizan en una tabla de mortalidad.

`$l_x$`: Número de vivos de edad exacta  $x$   
`$d_x$`: Número de muertes ocurridas entre las edades  $x$  y  $x+1$   
`{}_nd_x$`: Número de muertes ocurridas entre las edades  $x$  y  $x+n$   
`$p_x$`: Probabilidad de que una persona de edad exacta  $x$  sobreviva 1 año más  
`{}_np_x$`: Probabilidad de que una persona de edad  $x$  sobreviva  $n$  años más  
`$q_x$`: Probabilidad de que una persona de edad  $x$  muera entre las edades  $x$  y  $x+1$   
`{}_L_x$`: Años persona vividos entre las edades  $x$  y  $x+n$   
`$T_x$`: Años persona vividos entre las edades  $x$  y  $w$   
`$\mathring{e}_x$`: Esperanza de vida a la edad  $x$

$l_x$ : Número de vivos de edad exacta  $x$   
 $d_x$ : Número de muertes ocurridas entre las edades  $x$  y  $x + 1$   
 ${}_nd_x$ : Número de muertes ocurridas entre las edades  $x$  y  $x + n$   
 $p_x$ : Probabilidad de que una persona de edad exacta  $x$  sobreviva 1 año más  
 ${}_np_x$ : Probabilidad de que una persona de edad  $x$  sobreviva  $n$  años más  
 $q_x$ : Probabilidad de que una persona de edad  $x$  muera entre las edades  $x$  y  $x + 1$   
 ${}_nL_x$ : Años persona vividos entre las edades  $x$  y  $x + n$   
 $T_x$ : Años persona vividos entre las edades  $x$  y  $w$   
 $\mathring{e}_x$ : Esperanza de vida a la edad  $x$

### 4.1.2. Anualidades contingentes

Para denotar anualidades contingentes podemos utilizar las siguientes líneas de código

Dotal puro  $n$  años `{}_nE_x$`  
 Anualidad vitalicia vencida `$a_x$`  
 Anualidad vitalicia anticipada `{\ddot{a}}_x$`  
 Anualidad vencida temporal  $n$  años `$a_{x:\lrcroof{n}}$`  
 Anualidad anticipada temporal  $n$  años `{\ddot{a}}_{x:\lrcroof{n}}$`

Dotal puro  $n$  años  ${}_nE_x$   
 Anualidad vitalicia vencida  $a_x$   
 Anualidad vitalicia anticipada  $\ddot{a}_x$   
 Anualidad vencida temporal  $n$  años  $a_{x:\overline{n}}$   
 Anualidad anticipada temporal  $n$  años  $\ddot{a}_{x:\overline{n}}$

### 4.1.3. Seguros

En la parte de de seguros tenemos la siguiente notación

Seguro ordinario de vida `$A_x$`  
 Seguro temporal  $n$  años `$A_{x:\lrcroof{n}}$`  
 Seguro dotal mixto  $n$  años `$A_{x:\lrcroof{n}}$`

Seguro ordinario de vida  $A_x$   
 Seguro temporal  $n$  años  $A_{x:\overline{n}}$   
 Seguro dotal mixto  $n$  años  $A_{x:\overline{n}}$

Se tiene que agregar en el preámbulo el paquete `tipa` para que L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X nos imprima el acento en la letra  $x$  usando la orden `\textvbaraccent{ $x$ }`

---

---

# CAPÍTULO 5

---

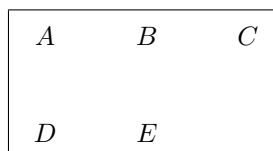
## DIAGRAMAS MATEMÁTICOS CON XY-PIC

Xy-pic es un paquete especial para realizar diagramas en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. Para usarlo solo tiene que cargar el paquete simplemente añadiendo la línea en el preámbulo

```
\usepackage[all]{xy}
```

Los diagramas se dibujan sobre un arreglo matricial donde cada elemento se sitúa en una entrada de la matriz. La matriz se crea mediante la orden `\xymatrix`. La sintaxis básica es muy similar a la de una tabla. por ejemplo

```
\xymatrix{A & B & C & \\ D & E & & }
```



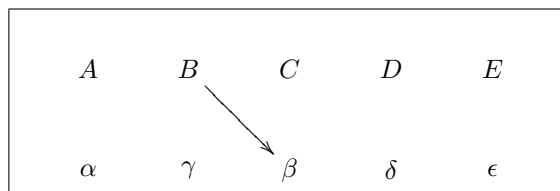
### 5.1. Flechas

En muchos casos se necesitan introducir flechas en un diagrama. la orden básica es `\ar` (arrow). En su forma mas simple, la flecha partirá de la entrada donde se sitúa la orden y llegará a la entrada que se especifique mediante una secuencia de letras

l= izquierda   r= derecha   u= arriba   d= abajo

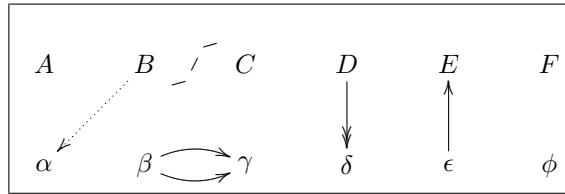
por ejemplo

```
\[
\xymatrix{
A & B \ar[rd] & C & D & E \\
\alpha & \gamma & \beta & \delta & \epsilon
& \epsilon
}
\]
```



La orden crea una flecha que apunta un lugar a la derecha y un lugar hacia abajo. Nótese que es lo mismo escribir `rd` que `dr`.

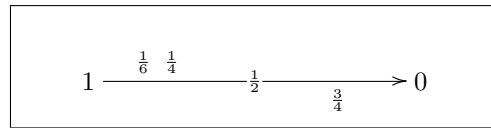
```
\[
\xymatrix{
A & B \ar@{>}[ld] \ar@{-}@(dr,ul)[r] \\
& C \ar@{->>}[d] & E \ar@{<-}[d] \\
& F \\\ \alpha & \beta \ar@{~}/[r] \ar@/_/[r] \\
& \gamma & \delta & \epsilon & \phi
}
\]
```



## 5.2. Etiquetas

Podemos dibujar diagramas más interesantes añadiendo etiquetas a las flechas. Para hacerlo, usamos los operadores habituales de subíndices y superíndices, por ejemplo

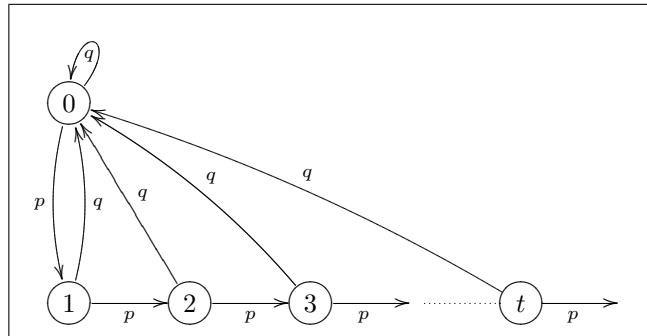
```
\[
\xymatrix{1 \ar[r]^{(0.25)} \\
\{\frac{1}{4}\} \ar[r]_{(0.5)\{\frac{1}{2}\}_ (0.75)} \\
\{\frac{3}{4}\} \ar[r]^{(0.165)\{\frac{1}{6}\}&&& 0}
}
\]
```



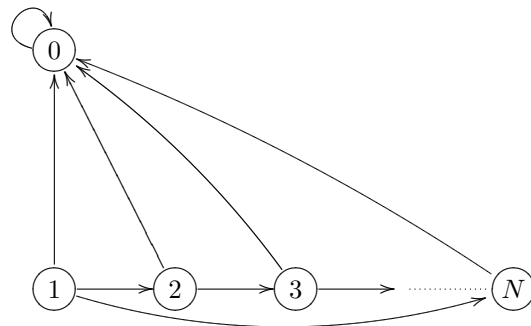
## 5.3. Cadenas de Markov y sus diagramas de estados

Este paquete es muy útil para la elaboración de diagramas de estados en la teoría de Cadenas de Markov, los siguientes ejemplos dan muestra de ello. La idea principal es que teniendo estos ejemplos, el lector pueda jugar en su editor para crear los diagramas que necesite. Sin embargo existen muchos manuales en línea que podrían ser de gran ayuda.

```
\[
\xymatrix@C=1cm@R=2cm{
*++[o][F]{0} \ar@(ur,u)[] \ar@/_/[d]_p \\
& & & & & \\
*++[o][F]{1} \ar@/_/[u]_q \ar[r]_p & & & & & \\
*++[o][F]{2} \ar[r]_p \ar[ul]_q & & & & & \\
*++[o][F]{3} \ar[r]_p \ar@/_/[ull]_q & & & & & \\
& \ar@{.}[r] \\
& *++[o][F]{t} \ar[r]_p \ar@/_/[ullll]_q \\
& & & & & \\
}
\]
```



```
\[
\xymatrix@C=1cm@R=2.5cm{
*++[o][F]{0} \ar@(1,u)[] \\
& & & & \\
*++[o][F]{1} \ar[u] \ar[r] \\
& \ar@/_[.5cm]/[rrrr] \\
& *++[o][F]{2} \ar[r] \\
& \ar[ul] & *++[o][F]{3} \\
& \ar[r] \ar@/_/[ull] \\
& \ar@{.}[r] & *++[o][F]{N} \\
& \ar@/_/[lllll] \\
}
\]
```



---

---

# CAPÍTULO 6

---

## PRESENTACIONES EN L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X cuenta con una clase llamada **Beamer**, la cual es muy útil para la realización de presentaciones para una exposición. Con **Beamer** podremos crear transparencias al estilo Power Point.

### 6.1. La clase Beamer

De esta manera, **Beamer** es una clase especial diseñada para realizar presentaciones que utilicen recursos L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. Un documento **beamer** consta de una sucesión de marcos (frames), por lo que un marco vendría siendo una transparencia. Para facilitar el contenido de este trabajo, en el cuadro 6.1 se muestra una de las tantas estructuras básica para crear un documento **beamer**.

Un documento **beamer** es generado compilando directamente con PDFL<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. Por otro lado, para cada transparencia se puede escribir un frame de la siguiente manera

```
\begin{frame}[opciones]
\frametitle{Titulo del frame}
Listas , Tablas, Ecuaciones, etc
\end{frame}
```

Nótese que en esta forma de poner un frame se ha utilizado otra manera para poner el título. El argumento optativo *opciones* puede utilizar

- **c, t, b** Alineación vertical del contenido del frame
- **plain** Elimina encabezamientos, pies, y barras laterales. Útil para frames que incluyan gráficos de grandes dimensiones.
- **squeeze** Comprime todo lo posible los espacios verticales

En el cuadro 6.2 se muestran algunos temas que puedes seleccionar para tus futuras presentaciones.

---

```

\documentclass{beamer}
\usepackage[T1]{fontenc}
\usepackage[utf8]{inputenc}
\usepackage{amsmath}
\usepackage{amssymb}
\author{Mi Nombre}
\title{Mi Título}
\date{Fecha} %Opcional
\usetheme{Warsaw} % Tema seleccionado

\begin{document}

\frame{\titlepage}%Genera el título

%transparencia 1
\begin{frame}{Título del frame}
Listas, Tablas, ecuaciones, etc
\end{frame}

%transparencia 2
\begin{frame}{Título del frame}
Listas, Tablas, ecuaciones, etc
\end{frame}

\end{document}

```

---

Cuadro 6.1: Una posible estructura básica de la Clase Beamer

### 6.1.1. Listas

En una presentación es muy común agregar listas en alguna transparencia. La forma es la misma como en cualquier texto en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. Las siguientes líneas de código ejemplifican lo anterior

---

```

\begin{frame}
\frametitle{Título del frame}
\framesubtitle{Subtítulo del frame}
\begin{itemize}
\item Argumento 1
\item Argumento 2
\end{itemize}
\end{frame}

```

---

Así podemos ver que se agrego una nueva forma de poner un subtítulo a la tranparencia con la instrucción `\framesubtitle{Subtítulo}`.



---

```

\usetheme{Bergen}
\usetheme{Boadilla}
\usetheme{Copenhagen}
\usetheme{Dresden}
\usetheme{Hannover}
\usetheme{Luebeck}
\usetheme{AnnArbor}
\usetheme{Berkeley}
\usetheme{Darmstadt}
\usetheme{Frankfurt}
\usetheme{Ilmenau}
\usetheme{Madrid}
\usetheme{Warsaw}
\usetheme{Antibes}
\usetheme{Berlin}
\usetheme{Malmoe}
\usetheme{PaloAlto}

```

---

Cuadro 6.2: Algunos temas para presentaciones en `beamer`

### 6.1.2. Ecuaciones

Como hemos visto, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X es una poderosa herramienta para generar ecuaciones matemáticas por su facilidad. De esta manera se puede agrega ecuaciones o modelos matemáticos sencillamente a sus transparencias o marcos al igual que en un texto común. El siguiente ejemplo muestra la utilidad de las listas enúmeradas con el uso de ecuaciones.

---

```

\begin{frame}
\frametitle{Ecuaciones}
\framesubtitle{Ejemplo 1}
Dada una variable aleatoria  $X$ .
La función de distribución  $F_X(x)$ 
cumple las siguientes propiedades.
\begin{enumerate}
\item  $\lim_{x \rightarrow \infty} F_X(x) = 1$ 
\item  $\lim_{x \rightarrow -\infty} F_X(x) = 0$ 
\item Es no decreciente
\item Es continua por la derecha, es decir
 $\lim_{x \rightarrow a^+} F_X(x) = F_X(a)$ 
\end{enumerate}
\end{frame}

```

---

The screenshot shows a Beamer presentation slide with a blue header containing the title 'Ecuaciones' and subtitle 'Ejemplo 1'. The main content of the slide is: 'Dada una variable aleatoria  $X$ . La función de distribución  $F_X(x)$  cumple las siguientes propiedades.' followed by a bulleted list:

- $\lim_{x \rightarrow \infty} F_X(x) = 1$
- $\lim_{x \rightarrow -\infty} F_X(x) = 0$
- Es no decreciente
- Es continua por la derecha, es decir  $\lim_{x \rightarrow a^+} F_X(x) = F_X(a)$

The slide also features navigation icons at the bottom right.