
Curso de \LaTeX

Editores: Andrés Miniguano Trujillo y Milton Torres España
AsoiMat
Escuela Politécnica Nacional
Email: andres.miniguano@epn.edu.ec y milton.torres@epn.edu.ec
Publicación: 5 de abril de 2017
GitHub: [Capítulo 3](#)

Capítulo 3

Escritura de texto matemático

1 Conceptos básicos

Como se mencionó en el capítulo 1, uno de los dos modos en los que \LaTeX procesa el texto de entrada es el denominado modo matemático (en inglés, math mode). Las maneras más simples de invocar el modo matemático son:

$\$...\$$ para expresiones matemáticas no desplegadas,
 $\backslash (... \backslash)$ para expresiones matemáticas no desplegadas,
 $\backslash [... \backslash]$ para expresiones matemáticas desplegadas y centradas.

Por ejemplo, $\backslash (f(x, y) = ax + by \backslash)$ produce $f(x, y) = ax + by$ mientras que la instrucción $\backslash [f(x, y) = ax + by. \backslash]$ da lugar a:

$$f(x, y) = ax + by.$$

Debes tomar en cuenta las siguientes observaciones sobre el modo matemático:

- \LaTeX ignora (en el archivo fuente) todos los espacios.
- \TeX y \LaTeX controlan automáticamente el espaciado de los símbolos en el documento final, así como el tamaño y el tipo de letra.
- El usuario sólo debe cuidarse por respetar la sintaxis de los diferentes comandos matemáticos; \LaTeX se encarga de traducirlos para generar expresiones con los más altos estándares tipográficos.

Ejemplo En la afirmación exhibida a continuación aparecen algunos símbolos matemáticos.

```
1 Para todo  $\backslash (\backslash varepsilon > 0 \backslash)$  existe  $\backslash (\backslash delta > 0 \backslash)$  tal que
2  $\backslash [$ 
3  $|x - a| < \backslash delta \rightarrow |f(a) - f(x)| < \backslash varepsilon.$ 
4  $\backslash ]$ 
```

Para todo $\varepsilon > 0$ existe $\delta > 0$ tal que

$$|x - a| < \delta \Rightarrow |f(a) - f(x)| < \varepsilon.$$

- 1) **Texto en línea:** Al redactar un enunciado, te topará generalmente con conjuntos, números, funciones, y más; que deben ser incluidos dentro de un párrafo. Para ello, declaras un **ambiente matemático en línea** el cual es llamado de dos maneras:

Símbolos de dólar:

1 Sea A es una matriz singular $n \times n$. Demuestre que $A \cdot \text{adj}(A) = 0$.

Sea A es una matriz singular $n \times n$. Demuestre que $A \cdot \text{adj}(A) = 0$.

Comando paréntesis:

1 Sea (A) es una matriz singular $(n \times n)$. Demuestre que $(A \cdot \text{adj}(A) = 0)$.

Sea A es una matriz singular $n \times n$. Demuestre que $A \cdot \text{adj}(A) = 0$.

- 2) **Texto en bloque:** A veces, es conveniente mantener una fórmula matemática fuera de la estructura de párrafo, ya sea para resaltar su importancia o para un manejo más elegante en la presentación del contenido. Existen varias formas de generar este tipo de ambientes.

Ecuación simple: Obtienes una ecuación de una línea enumerada.

1 Sabemos que si (a) y (b) son reales y $(b \neq 0)$, se cumple que
 2 $\begin{equation}$
 3 $\frac{a}{b} \geq 0 \quad \Leftrightarrow \quad (a \geq 0 \wedge b \geq 0) \vee (a \leq 0 \wedge b \leq 0)$
 4 $\end{equation}$

Sabemos que si a y b son reales y $b \neq 0$, se cumple que

$$\frac{a}{b} \geq 0 \quad \Leftrightarrow \quad (a \geq 0 \wedge b \geq 0) \vee (a \leq 0 \wedge b \leq 0). \quad (1)$$

Corchetes: Obtienes una ecuación de una línea y sin numeración.

1 Consideremos la sucesión $((x_n)_{n \in \mathbb{N}})$ de término general
 2 $[$
 3 $x_n = \frac{(-1)^n}{n+1}$
 4 $]$

Consideremos la sucesión $(x_n)_{n \in \mathbb{N}}$ de término general

$$x_n = \frac{(-1)^n}{n+1}.$$

Doble símbolo de dólar: Alternativamente, obtienes el mismo resultado que los corchetes si usas dos símbolos de dólar.

1 Consideremos la sucesión $((x_n)_{n \in \mathbb{N}})$ de término general
 2 $$$$
 3 $x_n = \frac{(-1)^n}{n+1}$
 4 $$$$

Consideremos la sucesión $(x_n)_{n \in \mathbb{N}}$ de término general

$$x_n = \frac{(-1)^n}{n+1}.$$

2 Paquetes para texto matemático

El paquete `amsmath` invoca a su vez una serie de paquetes subsidiarios, todos ellos incluidos en las distribuciones típicas de \LaTeX . Uno de los paquetes que acompañan a `amsmath` es el paquete de símbolos `amssymb`, que contiene la extensa colección de símbolos matemáticos de la AMS, conocida como *AMS Fonts*. Debe ser cargado por separado, en la forma usual: `\usepackage{amssymb}`. Este paquete invoca a su vez al paquete `amsfonts`.

2.1 Comandos comunes

Usualmente necesitarás los siguientes comandos:

`\in`: Relación de pertenencia \in .

`\mathbb{}`: Fuente «Mathbb», usando este comando obtienes $\mathbb{R}, \mathbb{Q}, \mathbb{Z}, \mathbb{N}, \mathbb{C}$, etc.

`\frac{a}{b}`: Fracción $\frac{a}{b}$. Si necesitas una mejor lectura para texto en línea, puedes usar el comando `\dfrac{a}{b}`: $\frac{a}{b}$.

`a^b`: Potencias o superíndices: a^b .

`a_b`: Subíndices: a_b .

`\sum_{i=0}^{k+1}`: Sumatorio desde 0 hasta $k+1$: $\sum_{i=0}^{k+1}$. Nota que los contadores no se muestran de manera adecuada, así que para texto en línea es recomendable usar el comando `\displaystyle` previamente: $\sum_{i \in \mathbb{N}}$.

Cabe mencionar que puedes omitir los argumentos de los contadores: \sum .

`\int_a^b f(x) dx`, `\int_a^b f(x) d\mu(x)`: Integral definida de f en el intervalo $]a, b[$: $\int_a^b f(x) dx$. Al igual que con los sumatorios, puedes omitir la información del intervalo y/o usar el comando `\displaystyle`: $\int_{\Omega} f(x) d\mu(x)$.

`\prod_{i=1}^k`: Producto desde 1 hasta k : $\prod_{i=1}^k$.

`\underbrace{a}_b`, `\overbrace{a}^b`: Agrupa los términos del primer argumento con una llaves:

$$\underbrace{(-1)}_a \cdot \overbrace{y^2}^b + \underbrace{(-4)}_b \cdot \overbrace{y}^c + \underbrace{(4x^2 - 8x - 4)}_c = 0$$

`\text{}`: Texto en fuente regular.

$$Tx = 0 \quad \text{si y sólo si} \quad x = 0.$$

`\textbf{}`: Texto en negrilla para párrafos.

`\emph{}`: Texto en énfasis para párrafos.

`\mathbf{}`: Texto en negrilla para ambientes matemáticos.

$$A = 4\vec{i} + \vec{j}.$$

`\quad`: Espacio horizontal de aproximadamente 5 [mm]:

$$a = b \quad \text{entonces} \quad b = a.$$

Alternativamente se puede usar `\qquad` que aumenta este espacio un poco más:

$$a = b \qquad \text{entonces} \qquad b = a.$$

| |: Barras para valor absoluto: $|x| > 0$.

\| |: Barras para norma en espacios vectoriales normados:

$$\|(0,3)\| = 3.$$

\langle \rangle , \langle \rangle : Corchetes de producto interno:

$$\|x\|^2 = \langle x, x \rangle.$$

\sqrt[n]{ } : Raíz n -ésima de un número:

$$\sqrt[n]{x^n} = x, \quad \text{en algunos casos.}$$

\sin, \cos, \tan, \arcsin, \arccos, \arctan: Funciones trigonométricas:

$$\sin \quad \cos \quad \tan \quad \sec \quad \csc \quad \arcsin \quad \arccos \quad \arctan$$

\{ \}, [], (): Símbolos elementales para separar expresiones.

$$A = \{x \in \mathbb{R} : (4[1-x]^2 - 3)^{-1} = 2\}.$$

\cdot, \ldots, \dots, \vdots, \ddots: Diferentes tipos de puntos de utilidad para operaciones y/o enumeraciones.

$$a \cdot b \quad X_1, \dots, X_n \quad a \dots b \quad \vdots \quad \ddots$$

\cup, \cap, \bigcup, \bigcap, \nabla, \det:

$$\cup \quad \cap \quad \bigcup \quad \bigcap \quad \nabla \quad \det$$

\times, \wedge, \vee, \rightarrow, \Rightarrow, \Leftrightarrow, <, \leq, >, \geq:

$$\times \quad \wedge \quad \vee \quad \rightarrow \quad \Rightarrow \quad \Leftrightarrow \quad < \quad \leq \quad > \quad \geq$$

\xrightarrow{ }, \xrightarrow[T]{ }: Flecha con texto arriba y abajo:

$$H_1^1 \xrightarrow{SO} B \quad f_n \xrightarrow[T]{w} f$$

\left, \right, \big, \Big, \bigg, \Bigg: Los usas para agrandar los símbolos de agrupación de manera natural. Siempre que uses uno de estos comandos, lo debes acompañar de un signo de puntuación:

```
1 \[
2 \left. \left( \dfrac{a}{b} + e^{x^y} \right) \right\} \cdots \Big( \cdots \Bigg( \cdots \right) \}
3 \]
```

$$\dots \left\{ \dots \left[\dots \left(\dots \left(\dots \right) \right) \right] \right\}$$

Importante: Siempre que inicies `\left`, debes cerrarlo con `\right`:

```
1 \[
2 \left. \left( \dfrac{a}{b} + e^{x^y} \right) \right\} = \mu - \pi \Bigg\} \quad \text{para un}
\quad \text{valor fijo y entonces} \quad f(x) \Big|_{x=c} = 1. \right]
3 \]
```

$$\left. \left(\frac{a}{b} + e^{x^y} \right) = \mu - \pi \right\} \quad \text{para un valor fijo y entonces} \quad f(x) \Big|_{x=c} = 1. \right]$$

3 Arreglos, alineación y numeración de fórmulas

3.1 Alineación

Frecuentemente tendrás una serie de deducciones lógicas expresadas a manera de ecuaciones concatenadas mediante algún operador, por ejemplo la igualdad, la equivalencia lógica, etc. Para organizarlas, hay dos formas de alinear ecuaciones. Ambas utilizan el entorno `align`:

La primera, **enumera** cada fórmula presentada:

```
1 \begin{align}
2 \quad \sum_{i=1}^{k+1} \frac{i}{2^i} &= \sum_{i=1}^k \frac{i}{2^i} + \frac{k+1}{2^{k+1}} \\
3 \quad &= 2 - \frac{k+2}{2^k} + \frac{k+1}{2^{k+1}} \\
4 \quad &= 2 + \frac{-2k-4+k+1}{2^{k+1}}
5 \end{align}
```

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{k+1} \frac{i}{2^i} &= \sum_{i=1}^k \frac{i}{2^i} + \frac{k+1}{2^{k+1}} \\ &= 2 - \frac{k+2}{2^k} + \frac{k+1}{2^{k+1}} \\ &= 2 + \frac{-2k-4+k+1}{2^{k+1}} \end{aligned} \tag{2}$$
$$\tag{3}$$

La segunda, no enumera ninguna ecuación:

```
1 \begin{align*}
2 \quad \sum_{i=1}^{k+1} \frac{i}{2^i} &= \sum_{i=1}^k \frac{i}{2^i} + \frac{k+1}{2^{k+1}} \\
3 \quad &= 2 - \frac{k+2}{2^k} + \frac{k+1}{2^{k+1}} \\
4 \quad &= 2 - \frac{(k+1)+2}{2^{k+1}}
5 \end{align*}
```

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{k+1} \frac{i}{2^i} &= \sum_{i=1}^k \frac{i}{2^i} + \frac{k+1}{2^{k+1}} \\ &= 2 - \frac{k+2}{2^k} + \frac{k+1}{2^{k+1}} \\ &= 2 - \frac{(k+1)+2}{2^{k+1}} \end{aligned}$$

Importante: Debes tener mucho cuidado con la puntuación en estos ambientes. Si se incluye un signo de puntuación fuera de la declaración, este se lo lee como parte de un nuevo párrafo:

1 Si en el ambiente en corchetes, acabas con un punto fuera de los corchetes, obtienes que el punto sale a un nuevo p\’arrafo:

```
2 \[
3 \sum_{i=1}^{k+1} \frac{i}{2^i} = 2 - \frac{(k+1)+2}{2^{k+1}}
4 \]. $\swarrow$ \textbf{Mira}
```

Si en el ambiente en corchetes, acabas con un punto fuera de los corchetes, obtienes que el punto sale a un nuevo párrafo:

$$\sum_{i=1}^{k+1} \frac{i}{2^i} = 2 - \frac{(k+1)+2}{2^{k+1}}$$

. ↙ Mira

1 Si ahora acabas con un punto antes del corchete final, obtienes que el punto se conserva dentro del ambiente matem\’atico:

```
2 \[
3 \sum_{i=1}^{k+1} \frac{i}{2^i}
4 =
5 2 - \frac{(k+1)+2}{2^{k+1}} .
6 \] \quad \textbf{Mira} $\nearrow$
```

Si ahora acabas con un punto antes del corchete final, obtienes que el punto se conserva dentro del ambiente matemático:

$$\sum_{i=1}^{k+1} \frac{i}{2^i} = 2 - \frac{(k+1)+2}{2^{k+1}}.$$

Mira ↗

3.2 Arreglos, matrices y casos

Arreglos: Un arreglo es un ambiente que usas para organizar información a manera de una tabla con alineación de columna (izquierda **l**, centro **c**, o derecha **r**). Opcionalmente, puedes añadir verticales opcionales para separar las columnas. Su uso es semejante al que te mostramos con los alineamientos:

```
1 \[
2 \begin{array}{r|cl}
3 \text{Cajas} & \text{Tipo 1} & \text{Tipo 2} \\
4 \text{Producto 1} & 4 & 6 \\
5 \text{Producto 2} & 3 & 2 \\
6 \end{array}
7 \]
```

Cajas	Tipo 1	Tipo 2
Producto 1	4	6
Producto 2	3	2

Adicionalmente, puedes usar este ambiente para organizar ecuaciones:

```

1 \[
2 \left[
3 \begin{array}{c|cl}
4 a & f(a) & = & a \\
5 1 & x^1 & = & 1 \\
6 2 & x^2 & = & 2 \\
7 3 & x^3 & = & 3 \\
8 \vdots & & & \vdots \\
9 500 & x^{500} & = & 500 \\
10 \end{array}
11 \right.
12 \]

```

$$\left[\begin{array}{c|cl} a & f(a) & = & a \\ 1 & x^1 & = & 1 \\ 2 & x^2 & = & 2 \\ 3 & x^3 & = & 3 \\ \vdots & & & \vdots \\ 500 & x^{500} & = & 500 \end{array} \right.$$

Matrices: Una matriz es un tipo de arreglo rectangular con el cual puedes presentar información de una manera más amigable y sencilla que el ambiente `array`. Hay siete tipos diferentes de matrices que puedes usar:

matrix:

```

1 \[
2 \begin{matrix}
3 a & b & c \\
4 d & e
5 \end{matrix}
6 \]

```

$$\begin{matrix} a & b & c \\ d & e \end{matrix}$$

pmatrix:

```

1 \[ \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 & 5 \end{pmatrix} \]

```

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 & 5 \end{pmatrix}$$

bmatrix:

```

1 \[ \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 & 5 \end{bmatrix} \]

```

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 & 5 \end{bmatrix}$$

Bmatrix:

```
1 \[ \begin{Bmatrix} e^1 & x & e^2 \\ e^3 & e^4 & y \end{Bmatrix} \]
```

$$\begin{Bmatrix} e^1 & x & e^2 \\ e^3 & e^4 & y \end{Bmatrix}$$

vmatrix:

```
1 \[ \begin{vmatrix} 43 & 22 & \alpha \\ 0 & \bar{x} & 8 \end{vmatrix} \]
```

$$\begin{vmatrix} 43 & 22 & \alpha \\ 0 & \bar{x} & 8 \end{vmatrix}$$

Vmatrix:

```
1 \[ \begin{Vmatrix} \ln(a) & \ln(1) \\ \ln(4) & \ln(i) \end{Vmatrix} \]
```

$$\begin{Vmatrix} \ln(a) & \ln(1) \\ \ln(4) & \ln(i) \end{Vmatrix}$$

smallmatrix:

```
1 La siguiente matrix \left( \begin{smallmatrix} \xi & \phi \\ \epsilon & \mu \end{smallmatrix} \right) la puedes presentar como texto en l'ínea.
```

La siguiente matrix $\begin{pmatrix} \xi & \phi \\ \epsilon & \mu \end{pmatrix}$ la puedes presentar como texto en línea.

Casos: Al definir una función a trozos, es común que uses una llave para marcar los «casos» donde la función está definida, para ello utilizas el ambiente **cases** de la siguiente manera:

```
1 \[
2 f(n) :=
3 \begin{cases}
4 x(n), & \text{si } n \leq -1 \\
5 x(n-1), & \text{si } n \in [0, 16] \\
6 x(n-1), & \text{si } n \geq 17
7 \end{cases}
8 \]
```

$$f(n) := \begin{cases} x(n), & \text{si } n \leq -1 \\ x(n-1), & \text{si } n \in [0, 16] \\ x(n-1), & \text{si } n \geq 17 \end{cases}$$

Adicionalmente, puedes «cerrar la llave» usando la combinación **left-right**:


```

1 \[
2 f(n) :=
3 \left.
4 \begin{cases}
5 x(n), & \text{si } n \leq -1 \\
6 x(n - 1), & \text{si } n \in [0, 16] \\
7 x(n - 1), & \text{si } n \geq 17
8 \end{cases}
9 \right\}
10 \]

```

$$f(n) := \left\{ \begin{array}{ll} x(n), & \text{si } n \leq -1 \\ x(n-1), & \text{si } n \in [0, 16] \\ x(n-1), & \text{si } n \geq 17 \end{array} \right\}$$

4 Recomendaciones para la correcta escritura en matemáticas

Las herramientas matemáticas de \LaTeX y paquetes como `amsmath`, `amsthm` y `amssymb`, presentadas a lo largo de este extenso capítulo, son múltiples y sofisticadas. En esta sección presentamos algunas recomendaciones generales, resaltando ciertos errores típicos que conviene evitar.

1. Siguiendo normas tipográficas tradicionales, los nombres de funciones básicas como `cos`, `log`, `exp`, y operadores como `lim`, `sup`, `inf`, etc se escriben en letra romana (vertical). \LaTeX tiene comandos para las funciones y los operadores más frecuentes: los citados arriba, por ejemplo, se obtienen con `\cos`, `\log`, `\exp`, `\lim`, `\sup` e `\inf`. El usuario puede además definir sus propios comandos para nuevas funciones y operadores.
2. Antes y después de una expresión matemática desplegada o con entornos similares, \LaTeX deja un pequeño espacio vertical adicional. Por consiguiente, no se debe añadir más espacio ni antes ni después de los despliegues.

Hay una razón adicional por la cual se deben evitar los renglones en blanco antes y después de las expresiones matemáticas desplegadas: tradicionalmente el párrafo que sigue a un despliegue no lleva sangría mientras que un renglón en blanco hace que el párrafo siguiente se inicie con sangría.

3. Para dividir fórmulas o expresiones matemáticas muy grandes en dos o más renglones hay que seguir normas de separación y alineación precisas. Una fórmula matemática grande *no* se separa simplemente diddiéndola en varios `\[\dots \]` consecutivos.
4. El tipo de letra utilizado por \LaTeX en modo matemático difiere del utilizado en el discurso usual. Para incluir texto corriente en expresiones matemáticas desplegadas se debe usar el comando `\text{\dots}`.