

---

## Capítulo 3

# Composición de fórmulas matemáticas

### 3.1. Generalidades

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X tiene un modo especial para componer matemáticas. Hay dos posibilidades: escribir las matemáticas dentro de un párrafo, es decir, en el mismo renglón que el resto del texto, o partir el párrafo para componer las matemáticas aparte, destacadas. El texto matemático *dentro* del párrafo se introduce entre \$ y \$, o \begin{equation} y \end{equation}.

#### Ejemplo 3.1.

Sume \$a\$ al cuadrado y \$b\$ al cuadrado para obtener \$c\$ al cuadrado. Más formalmente:  
\$c^2=a^2+b^2\$.

*Sume a al cuadrado y b al cuadrado para obtener c al cuadrado. Más formalmente:  $c^2 = a^2 + b^2$ .*

.....

Cuando quiera que sus ecuaciones o fórmulas matemáticas más grandes se sitúen destacadas aparte del resto del párrafo, es preferirle *aislarlas*. Para ello, se puede usar \$\$ y \$\$.

#### Ejemplo 3.2.

Suma \$a\$ al cuadrado y \$b\$ al cuadrado para obtener \$c\$ al cuadrado. Más formalmente:  
\$\$c^2=a^2+b^2\$\$

*Suma a al cuadrado y b al cuadrado para obtener c al cuadrado. Más formalmente:*

$$c^2 = a^2 + b^2$$

Si quiere que L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X enumere sus ecuaciones, puede usar el entorno `equation`. Puede etiquetar mediante `\label` la ecuación con un número y referirse a éste desde otro lugar del texto usando `\ref`:

**Ejemplo 3.3.**

```
\begin{equation}
\epsilon > 0
\label{epsilon}
\end{equation}
```

De (`\ref{epsilon}`), se deduce cualquier cosa.

$$\epsilon > 0 \quad (3.1)$$

*De (??), se deduce cualquier cosa.*

.....

Observe las diferencias de estilo entre las ecuaciones en párrafo y las aisladas:

**Ejemplo 3.4.**

Dentro del texto tenemos:

```
$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2} = \frac{\pi^2}{6}$$
```

La misma ecuación se ve:

```
$$$ \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2} = \frac{\pi^2}{6} $$$
```

*Dentro del texto tenemos:*

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2} = \frac{\pi^2}{6}$$

*La misma ecuación se ve:*

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{k=1}^n \frac{1}{k^2} = \frac{\pi^2}{6}$$

.....

Hay diferencias entre modo matemático y modo *texto*. Por ejemplo, en modo matemáticas:

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 órdenes especiales como `\,`, `\quad` o `\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 escrita así. Si se necesita escribir texto normal dentro de una fórmula (tipo redondo y espaciado normal) entonces tiene que introducir el texto usando las órdenes `\text{rm}{...}`

**Ejemplo 3.5.**

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

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

```
\begin{equation}
x^2 \geq 0\qquad
\text{para todo }
x \in \mathbf{R}
\end{equation}
```

$$x^2 \geq 0 \quad \text{para todo } x \in \mathbf{R} \quad (3.3)$$

## 3.2. Agrupación en modo matemático

La mayoría de las órdenes en modo matemático actúan sólo sobre el siguiente caracter, así que si quiere que una orden afecte a varios caracteres, debe agruparlos juntos entre llaves:  $\{\dots\}$ .

**Ejemplo 3.6.**

```
\begin{equation}
a^{x+y} \neq a^{x+y}
\end{equation}
```

$$a^x + y \neq a^{x+y} \quad (3.4)$$

## 3.3. Construcción de bloques de una fórmula matemática

### 3.3.1. Alfabeto griego

**Ejemplo 3.7.** *Las letras griegas minúsculas se introducen con su nombre usando la inicial en minúscula:*

```
\lambda, \xi, \pi, \phi, \omega
```

 $\lambda, \xi, \pi, \phi, \omega$ 

*Mientras que las mayúsculas sólo cambian su letra inicial:*

```
\Lambda, \Xi, \Pi, \Phi, \Omega
```

 $\Lambda, \Xi, \Pi, \Phi, \Omega$ 

#### Observación 1.

No todas las letras griegas mayúsculas están definidas. Por ejemplo, alfa ( $\alpha$ ) y mu ( $\mu$ ) mayúsculas.

### 3.3.2. Exponentes y subíndices

**Ejemplo 3.8.** *Los exponentes y subíndices pueden indicarse con los caracteres  $\wedge$  y  $_$ .*

`$a_1$,  $x^2$ ,  $e^{-\alpha t}$`

`$a_{34}^{12}$ ,  $e^{x^2} \neq e^{x^2}$`

$$a_1, x^2, e^{-\alpha t}$$

$$a_{34}^{12}, e^{x^2} \neq e^{x^2}$$

**Ejemplo 3.9.** La *raíz cuadrada* se introduce como `\sqrt{...}`; la raíz  $n$ ésima se genera con `\sqrt[n]{...}`. El tamaño del signo de la raíz lo determina automáticamente  $\text{\LaTeX}$ .

`$\sqrt{x}$ ,  $\sqrt{x^2 + \sqrt{y}}$`

`$\sqrt[3]{2}$ ,  $\sqrt[4]{x^2 + y^2}$`

$$\sqrt{x}, \sqrt{x^2 + \sqrt{y}}$$

$$\sqrt[3]{2}, \sqrt[4]{x^2 + y^2}$$

### 3.3.3. Agrupación

**Ejemplo 3.10.** Las órdenes `\overline{...}` y `\underline{...}` crean *líneas horizontales* justo encima o debajo de una expresión.

`$\overline{m+n}$`

`$\underline{a+b+c}$`

$$\overline{m+n}$$

$$\underline{a+b+c}$$

**Ejemplo 3.11.** Los comandos `\overbrace{...}` y `\underbrace{...}` crean *llaves horizontales* encima o bajo una expresión.

`$\underbrace{a+b+\cdots+z}_{26}$`

`$\overbrace{1+2+\cdots+9}^9$`

$$\underbrace{a+b+\cdots+z}_{26}$$

$$\overbrace{1+2+\cdots+9}^9$$

### 3.3.4. Operaciones implícitas

**Ejemplo 3.12.** Para añadir acentos matemáticos como flechas o tildes podemos usar el símbolo `'`.

`$y = x^2$`

`$y' = 2x$`

`$y'' = 2$`

$$y = x^2 \quad y' = 2x \quad y'' = 2$$

**Ejemplo 3.13.** Los *vectores* suelen indicarse añadiendo flechas pequeñas encima de una variable. Los comandos son: `\overrightarrow{...}` y `\overleftarrow{...}`.

`$$\overrightarrow{AB}$$`

`$$\overleftarrow{BA}$$`

$$\overrightarrow{AB}$$

$$\overleftarrow{BA}$$

**Ejemplo 3.14.** La multiplicación no suele tener un punto explícito; sin embargo, a veces sí se escribe para ayudar a los ojos del lector a agrupar los elementos de una fórmula. Se puede usar `\cdot` o `\times` en estos casos:

`$$v=\sigma_1 \cdot \sigma_2`  
`\tau_1 \times \tau_2$$`

$$v = \sigma_1 \cdot \sigma_2 \tau_1 \times \tau_2$$

### 3.3.5. Funciones trascendentes

Los nombres de funciones como logaritmo suelen componerse en una fuente derecha, y no en cursiva como se hace con las variables, así que L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X proporciona las siguientes órdenes para componer las nombres de funciones más importantes, tanto para documentos en inglés:

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

**Ejemplo 3.15.**

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

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

### 3.3.6. Símbolos grandes

**Ejemplo 3.16.** El operador *integral* se genera con `\int`, la *sumatoria* con `\sum` y el *producto* con `\prod`. Los límites superior e inferior se indican con `^` y `_` como superíndice y subíndices:

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

$$\int_a^b$$

$$\prod_{\epsilon}$$

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

$$\int_a^b$$

$$\prod_{\epsilon}$$

**Ejemplo 3.17.** Si pone la orden `\left` ante un delimitador de apertura, y `\right` ante un delimitador de cierre,  $\text{\LaTeX}$  determinará automáticamente el tamaño correcto del delimitador `\right`, y que el tamaño se determina correctamente sólo si ambos se componen en la misma línea. Si no quiere que aparezca nada a la derecha, use `\righth`.

$$1 + \left( \frac{1}{1 - x^2} \right)^3$$

$$1 + \left( \frac{1}{1 - x^2} \right)^3$$

**Ejemplo 3.18.** Hay varias órdenes para introducir **tres puntos** en una fórmula. `\ldots` compone los puntos en la línea de base, `\cdots` los coloca centrados. Además, están las órdenes `\vdots` para puntos verticales y `\ddots` para puntos diagonales.

$$x_1, \ldots, x_n$$

$$a_1, \cdots, a_n$$

$$x_1, \ldots, x_n$$

$$a_1, \cdots, a_n$$

### 3.4. Material alineado verticalmente

**Ejemplo 3.19.** Para crear **matrices**, use el entorno `array`. Funciona de forma similar al entorno `tabular`.

```


$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots \\ x_{21} & x_{22} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \ddots \end{pmatrix}$$


```

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots \\ x_{21} & x_{22} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \ddots \end{pmatrix}$$

**Ejemplo 3.20.** El entorno `array` también puede usarse para componer expresiones que tienen un delimitador grande usando “.” como un delimitador derecho de (`\right`):

```


$$y = \begin{cases} a & \text{si } d > c \\ b+x & \text{por la mañana} \\ l & \text{el resto del día} \end{cases}$$


```

$$y = \begin{cases} a & \text{si } d > c \\ b+x & \text{por la mañana} \\ l & \text{el resto del día} \end{cases}$$

**Ejemplo 3.21.** Al igual que con el entorno `tabular`, puede también dibujar líneas en el entorno `array` para separar los elementos:

```


$$\begin{array}{c|c} 1 & 2 \\ \hline 3 & 4 \end{array}$$


```

$$\left( \begin{array}{c|c} 1 & 2 \\ \hline 3 & 4 \end{array} \right)$$

**Ejemplo 3.22.** Para fórmulas que ocupan varios renglones o para sistemas, puede usar los entornos `eqnarray` y `eqnarray*` en lugar de `$$`. En `eqnarray` cada renglón lleva un número de ecuación; en `eqnarray*` no se numera ninguno.

```
\begin{eqnarray}
f(x)&=&\cos x\\
f'(x)&=&-\sin x\\
\int_0^{\pi} f(y)dy&=&\sin x
\end{eqnarray}
```

$$f(x) = \cos x \quad (3.5)$$

$$f'(x) = -\sin x \quad (3.6)$$

$$\int_0^{\pi} f(y)dy = \sin x \quad (3.7)$$

**Observación 2.**

Los entornos `eqnarray` y `eqnarray*` funcionan como una tabla de tres columnas de la forma `{rcl}`, donde la columna del medio puede usarse para el signo *igual*, el signo *distinto* o cualquier otro signo que quiera poner.

**Ejemplo 3.23.** Las *ecuaciones largas* no se dividen automáticamente en trozos adecuados. El autor ha de indicar dónde partirlas y cuánto sangrar los trozos. Los siguientes dos métodos son los más habituales para conseguirlo.

```
\begin{eqnarray}
\sin x&=&x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \\
&&\frac{x^7}{7!} + \cdots
\end{eqnarray}
```

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \cdots \quad (3.8)$$

```
\begin{eqnarray}
\cos x&=&1 - \frac{x^2}{2!} \\
&&+ \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \cdots
\end{eqnarray}
```

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \frac{x^6}{6!} + \cdots \quad (3.9)$$

**Observación 3.**

La orden `\nonumber` dice a  $\text{\LaTeX}$  que no genere un número para la correspondiente ecuación.



### 3.5. Entornos personalizados

Al escribir documentos matemáticos, probablemente necesite una manera de crear “lemas”, “definiciones”, “axiomas” y estructuras similares. Esto se hace con la orden `\newtheorem`.

```
\newtheorem{nombre}[contador]{texto}[sección]
```

El argumento *nombre* es una palabra corta usada para identificar el tipo de “teorema”. Con el argumento *texto* se define el nombre real de “teorema”, que aparecerá en el documento final.

Los argumentos entre corchetes son opcionales. Se usan ambos para indicar la numeración usada en el “teorema”. Use el argumento *contador* para indicar el *nombre* de un “teorema” declarado con anterioridad. El nuevo “teorema” tomará sus números.

Tras ejecutar la orden `\newtheorem` en el preámbulo de su documento, puede usar la siguiente orden dentro del documento

```
\begin{nombre}[texto]
Este es mi interesante teorema
\end{nombre}
```

#### Observación 4.

Seguramente L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X necesitará el paquete `amsthm` para poder definir nuevos teoremas.

El paquete `amsthm` proporciona la orden `\newtheoremstyle{estilo}` que le permite definir el estilo:

**definition** título en negrita, cuerpo en recta.

**plain** título en negrita, cuerpo en cursiva.

**remark** título en cursiva, cuerpo en recta.

**Ejemplo 3.24.** *Primero definimos, en el preámbulo del documento, las siguientes instrucciones:*

<code>\theoremstyle{definition}</code>	<code>\newtheorem{ley}{Ley}</code>
<code>\theoremstyle{plain}</code>	<code>\newtheorem{jurado}[ley]{Jurado}</code>
<code>\theoremstyle{remark}</code>	<code>\newtheorem*{marg}{Margarita}</code>

```
\begin{ley} \label{ley:caja}
No esconder en la caja negra
\end{ley}
```

```
\begin{jurado}[Los Doce]
¡Podría ser usted! Cuidado y
vea la ley \ref{ley:caja}
\end{jurado}
```

```
\begin{marg}
No, no, no
\end{marg}
```

**Ley 1** *No esconder en la caja negra*

**Jurado 2 (Los Doce)** *¡Podría ser usted! Cuidado y vea la ley ??*

**Margarita** *No, no, no*

#### Observación 5.

El teorema “Jurado” usa el mismo contador que el teorema “Ley”, así que le corresponde un número en secuencia con las otras “Leyes”. El argumento entre corchetes se usa para indicar un título o algo similar para el teorema.