

Expresiones Matemáticas 2

J. Luis Torres

7 de julio de 2015

Índice general

Prólogo	v
1. Elementos Espaciales	3
1.1. Arreglos y Matrices	3
1.2. Ecuaciones Multilínea	8
1.3. Arreglos de Ecuaciones	9
1.4. Numeración y Referencia de Ecuaciones	10
2. Tablas	13
2.1. Creación de tablas	13
A. Algunos símbolos	17
A.1. Símbolos relacionales	17

Índice de tablas

2.1. Tabla de verdad $p \rightarrow q$	14
2.2. Tabla de verdad $p \rightarrow q$	15

Prólogo

En esta sección se debe colocar la información del prólogo.

El comando `\frontmatter` le indica a L^AT_EX que estas secciones deben numerarse de manera distinta, generalmente con números romanos. Esto se puede utilizar para colocar la numeración al prólogo, tabla de contenidos, índice de figuras, índice de tablas, etcétera.

El comando `\mainmatter` que insertamos más abajo indica que se debe iniciar una numeración con arábigos. Después de este comando se coloca el contenido del documento, es decir, capítulos.

Al final del libro se puede utilizar el comando `\appendix` para colocar anexos, solamente se incluye antes del primer anexo.

También se puede utilizar `\pagenumbering{estilo}` para indicar el tipo de numeración a usar. Las opciones de estilo son:

- **arabic**: números arábigos.
- **roman**: números romanos con letras minúsculas.
- **Roman**: números romanos con letras mayúsculas.
- **alph**: letras minúsculas.
- **Alph**: letras mayúsculas.

Otro comando que podemos usar es `\setcounter{page}{número}` para indicar dónde se debe iniciar la numeración en un capítulo. Este comando se coloca inmediatamente después de `\chapter{}`.

Capítulo 1

Elementos Espaciales

1.1. Arreglos y Matrices

Los arreglos se pueden introducir con el entorno **array**, siguiendo estos pasos¹

- Indicamos el inicio del entorno: `\begin{array}{alineación}`
- Podemos indicar la alineación de las columnas en el indicador de inicio del entorno, colocando las letras **l** para izquierda, **c** para centrado y **r** para derecha.
Por ejemplo: `\begin{array}{lccr}` indica un arreglo de cuatro columnas con la primera alineada a la izquierda, la segunda y tercera centradas, y la cuarta alineada a la derecha.
- Colocamos la información de las columnas, separando el contenido de éstas con el símbolo `&`. También debemos indicar el fin de cada renglón con un salto de línea `\\`.
- Colocamos el finalizador del entorno: `\end{array}`.

Veamos algunos ejemplos:

¹Es importante considerar que este entorno se debe usar en modo matemático.

Ecuación 1	$x^2 + 2x + 3$	Hacer de tarea
Ecuación 2	$\text{sen}(x^3) + \text{cos}(x^2)$	Agregando texto
Ecuación d	$\text{sen}x$	
Ecuación 3	$x^3 - x^2$	

$$\begin{array}{llll} \text{hola} & & 23,675 & \alpha \\ \sqrt[5]{\beta} & \int_a^b f(x) & \lim_{x \rightarrow 0^-} & 6 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \text{hola} & & 23,675 & \alpha \\ \sqrt[5]{\beta} & \int_a^b f(x) & \lim_{x \rightarrow 0^-} & 6 \end{array}$$

$$\begin{array}{llll} \text{hola} & \img alt="A small square image showing a person in a dynamic pose, possibly a dancer or athlete, against a dark background." data-bbox="488 381 526 421"/> & 23,675 & \alpha \\ \sqrt[5]{\beta} & \int_a^b f(x) & \lim_{x \rightarrow 0^-} & 6 \end{array}$$

Nota: en el modo matemático se pueden introducir acentos usando el comando `\acute{a}`, pero si una expresión se introduce por medio de `\mbox{}` los acentos pueden introducirse normalmente.

$$\begin{array}{cccccc} \alpha & 5 & 2,35 & \text{sen}(x) & & \beta \\ 2,3 & 0 & 4,5 & & & \pi \\ 3 & 7 & 6 & 8 & & \sqrt[5]{2\phi^2 + \beta^3} \\ \sum_{0}^n x^n & \infty & 6,4 & -9 & & 2\pi \\ -9,5 & 2,3 & 17,8 & 7676476 & & \frac{75x}{x-1} \end{array}$$

En este tipo de expresiones podemos colocar los delimitadores que se han visto previamente, por ejemplo:

$$\text{Arreglo}_1 = \left\{ \begin{array}{cccccc} \alpha & 5 & 2,35 & \text{sen}(x) & & \beta \\ 2,3 & 0 & 4,5 & & & \pi \\ 3 & 7 & 6 & 8 & & \sqrt[5]{2\phi^2 + \beta^3} \\ \sum_{0}^n x^n & \infty & 6,4 & -9 & & 2\pi \\ -9,5 & 2,3 & 17,8 & 7676476 & & \frac{75x}{x-1} \end{array} \right\}$$

$$Arreglo_2 = \left[\begin{array}{ccccc} \alpha & 5 & 2,35 & \text{sen}(x) & \beta \\ 2,3 & 0 & 4,5 & & \pi \\ 3 & 7 & 6 & 8 & \sqrt[5]{2\phi^2 + \beta^3} \\ \sum_{0}^n x^n & \infty & 6,4 & -9 & 2\pi \\ -9,5 & 2,3 & 17,8 & 7676476 & \frac{75x}{x-1} \end{array} \right]$$

Podemos hacer uso de los delimitadores `\left(` y `\right)` para introducir matrices, haciendo uso de arreglos.

Veamos algunos ejemplos:

$$A = \left(\begin{array}{ccccc} \alpha & 5 & 2,35 & \text{sen}(x) & \beta \\ 2,3 & 0 & 4,5 & & \pi \\ 3 & 7 & 6 & 8 & \sqrt[5]{2\phi^2 + \beta^3} \\ \sum_{0}^n x^n & \infty & 6,4 & -9 & 2\pi \\ -9,5 & 2,3 & 17,8 & 7676476 & \frac{75x}{x-1} \end{array} \right)$$

$$B = \left(\begin{array}{ccc} a & a+b & b-a \\ b & b & k-a-b \\ \ddots & \vdots & \vdots \\ c/a & \sqrt{b}+d & 2d \end{array} \right)$$

$$C = \left(\begin{array}{cccc} a & a+b & \dots & b-a \\ b & b & \dots & k-a-b \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ c/a & \sqrt{b}+d & \dots & 2d \end{array} \right)$$

$$D = \left(\begin{array}{cccc} a & \left(\begin{array}{cccc} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 5 & 6 & 7 & 8 \end{array} \right) & \dots & b-a \\ b & b & \dots & k-a-b \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c/a & \sqrt{b}+d & \dots & 2d \end{array} \right)$$

También podemos hacer uso de arreglos para incluir, por ejemplo, funciones definidas por partes:

$$f(x) = \begin{cases} x^2 + 2 & \text{si } x < 0 \\ x - 1 & \text{si } 0 < x < 2\pi \\ 2x - x^2 & \text{si } x > 2\pi \end{cases}$$

Los arreglos pueden contener arreglos. Por ejemplo:

$$f(x) = \begin{cases} x^2 + 2 & \text{si } x < 0 \\ (2x \frac{1}{(x+1)^2}) \left(\frac{\frac{x}{\sin(x)}}{4x} \right) & \text{si } 0 < x < 2\pi \\ 2x - x^2 & \text{si } x > 2\pi \end{cases}$$

Podemos indicar un producto de matrices colocando simplemente una a continuación de la otra. Por ejemplo:

$$B \cdot C = \begin{pmatrix} a & a+b & b-a \\ b & b & k-a-b \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ c/a & \sqrt{b}+d & 2d \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a & a+b & \dots & b-a \\ b & b & \dots & k-a-b \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ c/a & \sqrt{b}+d & \dots & 2d \end{pmatrix}$$

El paquete *amsmath* contiene varios entornos que pueden ser usados para introducir matrices. Por ejemplo:

El entorno **matrix** (arreglos):

$$\begin{matrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{matrix}$$

El entorno **pmatrix** (matrices):

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

Pueden faltar elementos en la matriz

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

El entorno **bmatrix** (con corchetes):

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

1.2. Ecuaciones Multilínea

Para introducir ecuaciones que ocupan varias líneas podemos hacer uso del entorno `aligned` o `split` dentro del modo matemático. Por ejemplo:

$$\begin{aligned} M_{1,1} &= a_{1,1} \cdot b_{1,1} + a_{1,2} \cdot b_{2,1} + a_{1,3} \cdot b_{3,1} \\ &= x^2 \cdot 2x + x \cdot 2x + \frac{1}{x} \cdot \sin(x) \\ &= 4 \cdot 4 + 2 \cdot 4 + \frac{1}{2} \cdot \sin(2) \end{aligned}$$

Este tipo de expresiones también pueden introducirse mediante el entorno `equation`.

$$\begin{aligned} M_{1,1} &= a_{1,1} \cdot b_{1,1} + a_{1,2} \cdot b_{2,1} + a_{1,3} \cdot b_{3,1} \\ &= x^2 \cdot 2x + x \cdot 2x + \frac{1}{x} \cdot \sin(x) \\ &= 4 \cdot 4 + 2 \cdot 4 + \frac{1}{2} \cdot \sin(2) \end{aligned}$$

También pueden colocarse mediante el entorno `align`.

$$\begin{aligned} M_{1,1} &= a_{1,1} \cdot b_{1,1} + a_{1,2} \cdot b_{2,1} + a_{1,3} \cdot b_{3,1} \\ &= x^2 \cdot 2x + x \cdot 2x + \frac{1}{x} \cdot \sin(x) \\ &= 4 \cdot 4 + 2 \cdot 4 + \frac{1}{2} \cdot \sin(2) \end{aligned}$$

Nótese que también es posible hacer uso de arreglos para introducir ecuaciones de varias líneas.

1.3. Arreglos de Ecuaciones

Los arreglos de ecuaciones se pueden introducir mediante los entornos `aligned` o `align`. Por ejemplo:

$$\begin{aligned} x^2 + 2x + 3 &= 0 \\ 3x^2 - x + 4 &= 0 \\ -x^2 + x - 3 &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} x^2 + 2x + 3 &= 0 \\ 3x^2 - x + 4 &= 0 \\ -x^2 + x - 3 &= 0 \end{aligned}$$

La tarea para mañana es resolver el sistema 1.1

La tarea para mañana es resolver el sistema (1.1)

Para obtener un punto extra resolver (1.3)

Aparentemente obtenemos el mismo resultado, pero veamos que sucede si colocamos estos entornos sin asterisco:

$$\begin{aligned} x^2 + 2x + 3 &= 0 \\ 3x^2 - x + 4 &= 0 \\ -x^2 + x - 3 &= 0 \end{aligned} \tag{1.1}$$

$$x^2 + 2x + 3 = 0 \tag{1.2}$$

$$3x^2 - x + 4 = 0 \tag{1.3}$$

$$-x^2 + x - 3 = 0 \tag{1.4}$$

En el entorno `align` podemos indicar que una de las ecuaciones no debe numerarse, mediante el comando `\nonumber`:

$$x^2 + 2x + 3 = 0 \quad (1.5)$$

$$3x^2 - x + 4 = 0$$

$$-x^2 + x - 3 = 0 \quad (1.6)$$

También podemos insertar líneas de texto entre las ecuaciones de nuestro arreglo:

$$x^2 + 2x + 3 = 0 \quad (1.7)$$

la siguiente ecuación no es parte del sistema

$$3x^2 - x + 4 = 0$$

$$-x^2 + x - 3 = 0 \quad (1.8)$$

Otra opción para colocar ecuaciones muy grandes es hacer uso del entorno `multline`.

$$\sum_{i=1}^{15} x_i = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} \quad (1.9)$$

1.4. Numeración y Referencia de Ecuaciones

Las ecuaciones y arreglos de ecuaciones pueden colocarse por medio de arreglos, pero existe una ventaja al hacer uso de entornos como `equation`, `align` o `aligned`, éstos últimos colocan una numeración de manera automática a las ecuaciones.

$$E = m \cdot C^2 \quad (1.10)$$

Podemos hacer uso de esta numeración para referenciar las ecuaciones, agregando etiquetas a éstas mediante el comando `\label{}`.

$$E = m \cdot C^2 \tag{1.11}$$

Después podemos hacer referencia a una ecuación a través de su etiqueta y `LaTeX` automáticamente insertará el número de ecuación correspondiente².

Si desea trabajar con una ecuación sencilla revise (1.11).

Tarea 1: resuelva el sistema de ecuaciones de (1.3).

²Cuando se usan este tipo de referencias el documento debe compilarse dos veces.

Capítulo 2

Tablas

2.1. Creación de tablas

El entorno `tabular` nos permite crear tablas en \LaTeX .

La sintaxis es muy similar a los entornos `array` y `pmatrix`, pero en este caso debemos indicar la forma en la que se deben colocar las líneas divisorias. Por ejemplo:

p	q	$p \rightarrow q$
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

edad	carrera	promedio
25	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

En general, la sintaxis es la siguiente:

- Indicamos el inicio del entorno: `\begin{tabular}{formato de columnas}`

p	q	$p \rightarrow q$
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

El formato de las columnas lo indicamos de la misma forma que en el caso de los arreglos, incluyendo además las líneas divisorias, con el caracter `|`.

- Con el comando `\hline` indicamos si se debe colocar una línea horizontal en la parte superior.
- Colocamos la información de cada renglón de la tabla, separando cada columna con *ampersand*.
- Al final de cada renglón incluimos un salto de línea y podemos indicar si se debe colocar una línea horizontal antes de iniciar el siguiente renglón.
- Indicamos el final del entorno con `\end{tabular}`.

El entorno `tabular` puede ser incluido dentro del entorno `table` para agregar algunas características a la tabla. Por ejemplo:

Comparemos con la siguiente tabla:

p	q	$p \rightarrow q$
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Tabla 2.1: Tabla de verdad $p \rightarrow q$

El comando `\hline` nos permite colocar una línea horizontal del ancho de la tabla. También podemos hacer uso del comando `\cline{i-j}` para colocar una línea de la columna i a la j . Por ejemplo:

Tabla 2.2: Tabla de verdad $p \rightarrow q$

p	q	$p \rightarrow q$
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Apéndice A

Algunos símbolos

A.1. Símbolos relacionales

\leq	<code>\leq</code>
\geq	<code>\geq</code>
\succ	<code>\succ</code>
\succeq	<code>\succeq</code>
\gg	<code>\gg</code>
\ll	<code>\ll</code>
\subset	<code>\subset</code>
\subseteq	<code>\subseteq</code>
\sqsubseteq	<code>\sqsubseteq</code>
\supset	<code>\supset</code>
\supseteq	<code>\supseteq</code>
\sqsupseteq	<code>\sqsupseteq</code>
\in	<code>\in</code>
\ni	<code>\ni</code>
\parallel	<code>\parallel</code>
\approx	<code>\approx</code>