

# 10 Experimentos Científicos más Bellos de la Historia

Manuel Figueroa, *Estudiante, ITCR*, Esteban Leandro, *Estudiante, ITCR*

MC-7201 *Introducción a la Investigación*

*Instituto Tecnológico de Costa Rica*

{mfigueroacr, elc790}@gmail.com

**Index Terms**— $\LaTeX$ , **Introducción a la investigación, Tarea Corta, Experimentos, Historia.**

## I. ERÁTOSTENES Y LA CIRCUNFERENCIA DE LA TIERRA

### I-A. Contexto Histórico

Eratóstenes fue un académico de la antigua Grecia (276 a.C - 195 a.C) conocido por realizar la primera medición conocida de la Tierra. Eratóstenes parte de la suposición griega de que la tierra es esférica, y que en comparación con otros cuerpos celestes, esta era diminuta. Esto se explica en la obra *Acerca del cielo*, de Aristóteles y escrita un siglo antes de Eratóstenes. Entre los argumentos lógicos de la obra se mencionan entre otros hechos que los viajeros ven estrellas distintas si viajan al norte o al sur y que algunas estrellas visibles en lugares como Egipto o Chipre no son visibles en lugares más septentrionales. Eratóstenes nació al norte de África, y se educó en Atenas, fue un pensador influyente en muchas áreas y escribió *Geographica*, una obra de geografía conocida por ser la primera en utilizar el sistema de pares de longitudes y meridianos conocido en la actualidad.

### I-B. El experimento

Eratóstenes buscaba obtener una medición más precisa y verificar o desmentir estimaciones anteriores del tamaño real de la Tierra. Aristóteles calculaba este tamaño en 400.000 estadios que es aproximadamente unos 64.000 kilómetros, algo lejos del valor real del diámetro de la Tierra (40.000 Km) Eratóstenes asumió que si la tierra era de hecho un cuerpo pequeño y esférico, entonces otros cuerpos como el Sol deberían de encontrarse muy lejos de manera que sus rayos deberían ser prácticamente paralelos en todos los puntos de la Tierra.

Utilizando este hecho como base de su experimento y conociendo por relatos que en la ciudad de Siena (Asuán, Egipto) durante el solsticio de verano el sol del mediodía se ubicaba justo por encima de la cabeza. De este modo no se proyectaba ninguna sombra en un objeto vertical.

Al mismo tiempo en Alejandría, ciudad ubicada al norte de Siena, se conocía que nunca se podía observar al sol directamente sobre la cabeza, razón por la cual los objetos verticales siempre proyectaban una sombra.

Este hecho, sirvió a Eratóstenes para realizar los cálculos de medición de la circunferencia de la tierra con gran precisión. La simplicidad del experimento permite determinar dimensiones cósmicas midiendo unicamente la longitud de la sombra proyectada por un reloj solar en Alejandría, mientras que en Siena ocurría el solsticio y no se proyectaba sombra.

De manera similar al siguiente gráfico:

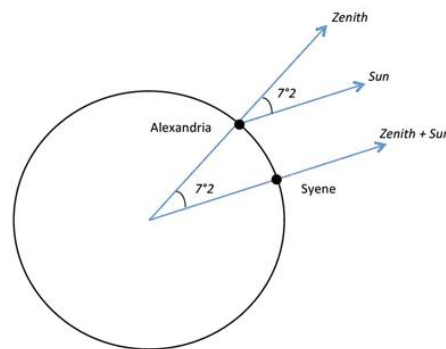


Figura 1. Cálculo realizado por Eratóstenes.

De acuerdo a la geometría Euclídea, los ángulos interiores de una línea que interseca dos líneas paralelas son iguales, por lo tanto el ángulo formado por el Zenith y el Sol, es igual al formado por los radios desde el centro de la tierra a Siena y Alejandría.

Esto le sirvió para determinar la fracción de la circunferencia representada por la distancia ya conocida entre Siena y Alejandría que había sido determinada por los topógrafos reales del gobierno Egipcio, con esto logró determinar el tamaño de la circunferencia de la Tierra en unos 252 000 estadios, lo que es aproximadamente 40.200 Km una cifra bastante cercana a la aceptada en la actualidad de 40.075Km [1]

## II. HERSHEY - CHASE: FUNCIÓN GENÉTICA DEL ADN

### II-A. Contexto Histórico

A principios del siglo XX se aceptaba que el material genético de las células era formado por proteínas. Esto principalmente a que se conocía que la estructura del ADN,

por las investigaciones de Phoebus Levene en 1933, consistía de cuatro elementos llamados nucleótidos. Debido a esta limitación en la cantidad de bloques que formaban las estructuras de ADN se consideraba imposible que este sirviese como mecanismo para transferir información genética, como el color de piel, ojos, entre otros. Las proteínas, elementos también presentes en las células ofrecían un mayor factor de diversidad y podían combinarse de muchas más maneras. Por esta razón se creía que eran estas las encargadas de transmitir las características en cada generación.

En 1935, Oswald Avery realizó una serie de experimentos que mostraron que el ADN facilitaba un fenómeno genético en las bacterias, pudiendo demostrar que el factor de herencia que causaba transformaciones en las bacterias contenía ADN. Sin embargo, no se pudo descartar que otros componentes sin ADN estuviesen involucrados en dicha transformación. Por esta razón, muchos científicos seguían considerando a las proteínas como las encargadas de transmitir la herencia genética de las células.

### II-B. El experimento

En 1951, los científicos Alfred Hershey y Martha Chase iniciaron una serie de experimentos con el objetivo de desacreditar las afirmaciones de Avery. En sus experimentos se analizó como los bacteriófagos infectaban las bacterias. Descubrieron que cuando un fago infecta a una bacteria, inicialmente se pega al exterior de la bacteria y después inserta parte de su contenido al interior de la bacteria, lo que le permite replicarse dentro de la misma y generar nuevos bacteriófagos que invadan a las células cercanas.

La técnica utilizada por Hershey y Chase consistía en usar etiquetas de isótopos radiactivos. Los elementos químicos pueden existir en diferentes formas estructurales denominadas isótopos, que pueden tener diferentes niveles de radiactividad que pueden ser detectados por los científicos y de esta manera determinar si las partes etiquetadas fueron transmitidas de los fagos a las bacterias.

Etiquetando la parte de proteínas del bacteriófago con isótopos de azufre y el ADN con fósforo radiactivo, y utilizando una licuadora común, descubrieron que las proteínas permitían al fago pegarse a la membrana superficial de la bacteria y lo que se inyectaba dentro del interior de la bacteria era de hecho el ADN del bacteriófago, y por lo tanto lo que permitía la replicación de nuevos bacteriófagos en el interior de la bacteria infectada.

Los resultados de medir la mezcla descubrieron que al licuar las bacterias infectadas se removía hasta el 80 % de las proteínas marcadas y solamente cerca del 40 % del ADN marcado indicando que el material restante se había incorporado al interior de las células.

Con este experimento demostraron que Avery estaba en lo correcto y que el componente de la herencia genética es en realidad el ADN y no las proteínas como se creía.

Por esta serie de experimentos Hershey recibe el premio Nobel en 1969.

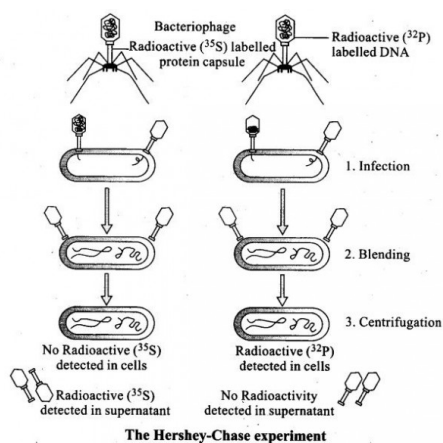


Figura 2. Experimento Hershey-Chase .

## III. MANEJO DE TEXTO

### III-A. Manejo de párrafos

$\text{\LaTeX}$  permite un manejo fluido y natural de los párrafos, por lo que simplemente basta con dejar una línea en blanco entre el texto y automáticamente se va a crear un nuevo párrafo en el documento.

Lorem ipsum dolor adipiscing elit,  
mattis pharetra curabitur.

Dapibus egestas blandit dictumst.

El ejemplo anterior produce el siguiente texto con la clara división entre párrafos.

Lorem ipsum dolor adipiscing elit, mattis pharetra curabitur.  
Dapibus egestas blandit dictumst.

Otra manera de generar párrafos en  $\text{\LaTeX}$  es hacer uso del comando `\par`. Simplemente se coloca en el texto donde se quiere generar un nuevo párrafo.

**III-A1. Alineación de párrafos:** Existen comandos útiles para definir la alineación del texto de un párrafo:

- `\center`: Para alinear al centro.
- `\flushleft`: Alinea a la izquierda.
- `\flushright`: Alinea a la derecha.

**III-A2. Identación:** Por defecto  $\text{\LaTeX}$  no hace indentación del primer párrafo de una sección o capítulo. La indentación de los demás párrafos está definida por el valor definido usando `\parindent` Por ejemplo:

```
\documentclass{article}
\setlength{\parindent}{4em}
\begin{document}
...
\end{document}
```

**III-A3. Espaciado entre líneas:** Para definir un valor diferente al por defecto para el espaciado entre las líneas de un párrafo se utiliza el comando:

```
\renewcommand{\baselinestretch}{1.5}
```

**III-A4. Efectos de letra:**  $\text{\LaTeX}$  permite aplicar efectos al texto para enfatizar conceptos y palabras clave que deseamos resaltar. El emplear estos efectos de manera apropiada permite que los lectores encuentren nuestro artículo más fácil de comprender. Para aplicar texto en cursiva empleamos el comando  $\text{\textit{Texto en cursiva}}$ , lo que produce: *Texto en cursiva*.

Para subrayar el texto el comando empleado es  $\text{\underline{Texto subrayado}}$ , lo que se puede ver como: Texto subrayado.

Para poder enfatizar utilizando el efecto de negrita en las letras de una palabra o frase se emplea el comando  $\text{\textbf{Texto en negrita}}$ .

Otro mecanismo de énfasis para el texto es el comando  $\text{\emph{Texto enfatizado}}$ , este comando permite entre otras cosas resaltar el texto sin importar el formato original del párrafo por lo que si se encontraba en un texto en cursiva provoca el efecto contrario para mantener el énfasis de la frase deseada. Por ejemplo:

*Este texto está en cursiva y este otro está enfatizado.*

$\text{\LaTeX}$  también permite cambiar el tamaño del texto para lo cual tenemos los siguientes comandos:

$\text{\tiny{A}}$	A
$\text{\scriptsize{A}}$	A
$\text{\small{A}}$	A
$\text{\normalsize{A}}$	A
$\text{\large{A}}$	A
$\text{\huge{A}}$	A

**III-A5. Manejo de tildes:** Los acentos suelen generar problemas cuando se trabaja colaborativamente en un documento, debido a que distintos usuarios emplean sistemas operativos distintos, con configuraciones locales distintas y diferentes codificaciones de texto. Es por esto que para tildar letras y aplicar acentos se recomienda utilizar el comando  $\text{\textbackslash'A}$  para producir Á.

**III-A6. Títulos:** Para establecer el título del documento se usa el comando  $\text{\title{Titulo del Documento}}$ . También existen comandos para los títulos de secciones intermedias del documento como  $\text{\chapter}$  para iniciar un nuevo capítulo, o el comando  $\text{\section}$  para establecer una nueva sección.

**III-A7. Manejo de referencias:**  $\text{\LaTeX}$  ofrece un soporte completo para el manejo de referencias y citas en el texto, ya que son una parte fundamental en la producción de textos científicos. Para el manejo de referencias se puede utilizar el comando  $\text{\begin{thebibliography}}$

```
\begin{thebibliography}{1}
```

```
\bibitem{IEEEhowto:kopka}
H.~Kopka and P.~W. Daly,
\emph{A Guide to \LaTeX\xspace },
3rd~ed.\hskip 1em plus
0.5em minus 0.4em\relax Harlow,
England: Addison-Wesley, 1999.
```

```
\end{thebibliography}
```

Otra manera de crear referencias en un documento es utilizando la herramienta BibTeX que permite crear un archivo externo con todas las referencias del documento y simplemente agregar las citas necesarias cuando estas sean requeridas.

Para realizar una cita bibliográfica se emplea el comando  $\text{\cite}$  con la etiqueta que identifica de manera única a la entrada de las referencias a la que queremos citar.

**III-A8. Marcas de agua:** Existe un paquete para  $\text{\LaTeX}$  que permite la creación de marcas de agua en el documento [?]. Al usar dicho paquete tenemos las opciones:

- $\text{\SetWatermarkText{Texto}}$ : Permite definir el texto de la marca de agua.
- $\text{\SetWatermarkFontSize{tamaño}}$ : Permite definir el tamaño de la fuente de la marca de agua.
- $\text{\SetWatermarkAngle{ángulo}^\circ}$ : Establece el ángulo de la marca de agua, por defecto  $45^\circ$ .

**III-A9. Headers y Footers:** También existen paquetes que se pueden emplear para configurar la apariencia de los encabezados y pies de página del documento que estamos creando. Uno de esos paquetes es el *fancyhdr* [?]. Para incluir el paquete en nuestro documento simplemente empleamos la sentencia:

```
\usepackage{fancyhdr}
```

**III-A10. Manejo de saltos de página:** Evidentemente existen comandos que nos permiten entre otras cosas cambiar de página de manera abrupta e insertar nuevas líneas cuando sean necesarias. Para crear un salto de página existen dos comandos principales:

- $\text{\clearpage}$ : Con el comando *clearpage* si existen elementos flotantes como tablas o figuras, estas se insertarán todas al iniciar la nueva página.
- $\text{\newpage}$ : Si usamos este comando los elementos serán colocados siguiendo el flujo normal del texto.

Para crear un salto de línea se utilizan los comandos.

- $\text{\textbackslash}$
- $\text{\newline}$
- $\text{\hfill \textbackslash break}$

Todos funcionan de la misma manera.

**III-A11. Manejo de Columnas:** Para escribir texto en una o varias columnas se puede emplear el paquete *multicol*, Para lo cual simplemente se agrega como parte del documento utilizando:

```
\usepackage{multicol}
```

Antes de empezar el texto que se desea dividir en columnas entonces se declara la sentencia:

```
\begin{multicols}{número de columnas}
  Texto dividido en columnas
\end{multicols}
```

**III-A12. Manejo de Quotes:** Para agregar un nuevo quote que refleje una frase importante se emplea el comando  $\text{\begin{quote}}$ . Como por ejemplo:

”The good thing about science is that it’s true whether or not you believe in it” –Neil deGrasse Tyson

#### IV. MANEJO DE TABLAS

Las tablas son elementos muy útiles y comúnmente utilizados en artículos científicos para presentar un resumen de los resultados obtenidos.  $\text{\LaTeX}$  permite construir tablas básicas de manera relativamente sencilla con el uso de paquetes como `tabu`, `longtable`, `tabularx` entre otros. La manera más básica de definir una nueva tabla es utilizando el ambiente *tabular*

```
\begin{tabular}[pos]{cols}
  table content
\end{tabular}
```

- **pos** hace referencia a la posición vertical de la tabla y puede tomar los siguientes valores:

t	Se alinea con la base del texto.
b	Se alinea con respecto a la fila inferior de la tabla.
c (default)	Se alinea al centro.

- **cols** nos permite definir la cantidad y apariencia de las columnas de la tabla, el número total de columnas no es necesario ya que se infiere de la cantidad de argumentos utilizados en el objeto *cols*. Se permiten los siguientes valores:

l	La columna se justifica a la izquierda.
c	El contenido aparece centrado en la columna.
r	La columna se justifica a la derecha.
p'ancho'	Columna de párrafo con el texto alineado hacia arriba.
m'ancho'	Columna de párrafo con el texto alineado al centro.
b'ancho'	Columna de párrafo con el texto alineado hacia abajo.
	Se dibuja una línea vertical entre las columnas.
	Se dibuja una doble-línea vertical entre las columnas.

Adicionalmente dentro de la especificación de cada columna se pueden emplear estos símbolos:

&	Sirve de separador entre cada columna
\\	Crea una nueva fila.
\hline	Crea una línea horizontal entre las filas.
\newline	Crea una línea dentro de la misma celda.
\cline{i-j}	Línea horizontal parcial empezando en la columna <i>i</i> y terminando en la columna <i>j</i> .

#### V. MANEJO DE FIGURAS Y GRÁFICOS

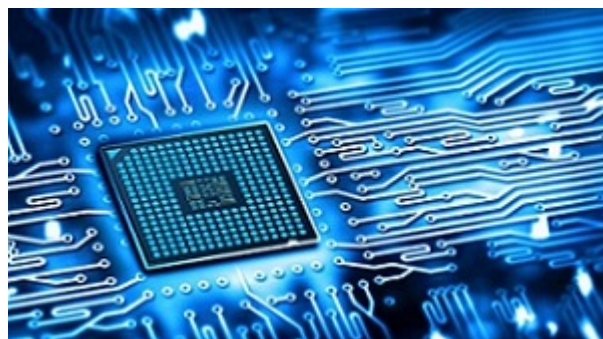
Cuando se quieren insertar figuras, subfiguras o gráficos en un PDF construido y compilado con  $\text{\LaTeX}$ , son necesarios un par de componentes principales.

- **Paquete graphicx:**  $\text{\LaTeX}$  no tiene la capacidad de manipular imágenes por sí mismo, es por esa razón que se debe importar el paquete `graphicx`.
- **Paquete subfigure:** Del mismo modo si se requiere hacer inserciones de subfiguras se debe importar el paquete `subfigure`.
- **Comando includegraphics:** Este comando incluye dos parámetros principales, la ruta de la imagen la cual es obligatoria, así como una serie de opciones no obligatorias las cuales se explican a continuación.  
Los comandos para insertar figuras y subfiguras se escribe de esta manera respectivamente:

```
\includegraphics[opciones]{ruta de imagen}
\subfigure\includegraphics[opciones]{ruta de imagen}
```

La siguiente tabla muestra las opciones disponibles a la hora de insertar una figura, dichas opciones son parámetros del comando `includegraphics`.

width=xx	Ancho de la figura en xx.
height=xx	Altura de la figura en xx.
keepaspectratio	Si se encuentra en true, escala la imagen de acuerdo a lo especificado sin distorsionar la imagen.
scale=xx	Escala la imagen al factor indicado. Un 0.5 la reduce a la mitad, un 2 la duplica.
angle=xx	Rota la imagen xx grados en sentido contrario a las agujas del reloj.
trim=l b r t	Recorta la imagen l por la izquierda, b por abajo, r por la derecha y t por arriba.
clip	Para que la opción de trim funcione, clip debe estar en true.
page=x	Si la imagen es un pdf con varias páginas, permite utilizar una página distinta a la primera.



Esta figura muestra un ejemplo de una imagen insertada con el comando `includegraphics`.



(a) Ejemplo 1



(b) Ejemplo 2



(c) Ejemplo 3

Estas tres imágenes muestran un ejemplo de subfiguras insertadas con el comando `subfigure`, utilizando el parámetro opcional de `width`, donde se establecen 40mm, 40mm y 80mm de ancho respectivamente.

## VI. MANEJO DE FIGURAS (MINIPAGE)

El entorno `minipage` es utilizado en Latex para cuando se requiera poner dos figuras una al lado de la otra. El nombre `minipage` se refiere a que se crea una caja que actúa como minicaja, es una miniversión que se inserta dentro de una página. Los comandos necesarios para crear un entorno de `minipage` se muestra con el siguiente ejemplo.

```
\begin{minipage}[pos1][long2][pos2]{long1}
  texto
\end{minipage}
```

La siguiente tabla explica cada uno de los parámetros del comando `minipage`.

long1	Este es el único parámetro obligatorio, es el que indica el ancho.
pos1	Este parámetro determina la alineación de la caja con respecto al contexto al que se encuentra.
long2	Este parámetro determina la altura de la caja.
pos2	Este parámetro determina donde se va a colocar el texto dentro de la caja.



Las imágenes anteriores muestran un ejemplo de `minipage`, donde se puede visualizar una imagen junto a la otra, ambas dentro de una caja.

## VII. ECUACIONES MATEMÁTICAS

Una de las principales razones por las cuales  $\text{\LaTeX}$  tiene tanta flexibilidad a la hora de crear archivos PDFs, es por el manejo de las ecuaciones matemáticas, de otras maneras puede ser complicado tratar de crear un PDF con tantos símbolos matemáticos.

- **Ecuaciones:** Se pueden insertar ecuaciones utilizando un signo de dólar `$`. Se puede utilizar para insertar símbolos matemáticos en una oración, por ejemplo  $1 + 2 = 3$ . Si se desea se pueden utilizar dos signos de dólar `$$` para mostrar una ecuación en una línea propia. Por ejemplo

$$1 + 2 = 3$$

Del mismo modo se pueden enumerar las ecuaciones para tener alguna referencia, para eso se deben incluir los siguientes comandos, se muestra un ejemplo del resultado con la numeración de cuatro ecuaciones.

```
\begin{equation}
  Ecuación ...
\end{equation}
```

$$1 + 2 = 3 \quad (1)$$

$$5 - 1 = 4 \quad (2)$$

$$3 * 3 = 9 \quad (3)$$

$$12/4 = 3 \quad (4)$$

$\text{\LaTeX}$  también permite tener una ecuación matemática con todos sus pasos en una línea por cada paso. A continuación se muestra cual es el comando necesario para lograrlo y un ejemplo de como se ve implementado en el archivo PDF. Se puede incluir el `*` para indicarle al comando `eqnarray` que no es necesario que enumere la ecuación, el comando para esto es el siguiente.

```
\begin{equation*}
  Ecuación ...
\end{equation*}
```

$$\begin{aligned} a &= b + c \\ &= y - z \end{aligned}$$

- **Símbolos:** Cuando se requiera insertar símbolos conocidos como `+`, `-`, `=`, `!`, `/`, `()`, `[]`, `:` y demás, es necesario utilizar

un comando. A continuación se muestran una serie de secciones las cuales muestran como hacer inserciones de 'potencias e índices', 'fracciones', 'raíces', 'sumatorias e integrales' y 'letras griegas'.

#### VII-A. Potencias

Las potencias se insertan utilizando el símbolo  $\wedge$ . Ejemplos pueden ser:  $n^5$ ,  $y^2$ ,  $x^3$ .

#### VII-B. Índices

Los índices se insertan utilizando el símbolo  $_$ . Ejemplos pueden ser  $4_i$ ,  $3_y$ ,  $5_p$ . En caso de que los índices requieran más de un caracter, se pueden encerrar entre  $\{ \}$ , por ejemplo  $b_{a-8}$ .

#### VII-C. Fracciones

Las fracciones se insertan utilizando el comando:

```
$$\frac{numerador}{denominador}$$
```

Ejemplos de fracciones pueden ser los siguientes:

$$\frac{a-b}{6}$$

#### VII-D. Raíces

Las raíces se insertan utilizando el comando  $\sqrt{\dots}$  donde ... se reemplaza por el contenido de la raíz que se quiera insertar. Se pueden utilizar los paréntesis cuadrados  $[]$  para incluir la magnitud de la raíz. Se muestran los comandos con ejemplos respectivos.

```
$$\sqrt{y^4}$$
$$\sqrt[x]{y^4}$$
$$\sqrt[x]{(a-b)^4}$$
$$\sqrt[x]{(a-b)^{2-i}}$$
$$\sqrt[x]{(t-2)^{3-u}}$$
```

Ejemplos de los comandos son los siguientes.

$$\sqrt{y^4}$$

$$\sqrt[x]{y^4}$$

$$\sqrt[x]{(a-b)^4}$$

$$\sqrt[x]{(a-b)^2-i}$$

$$\sqrt[x]{(t-2)^3-u}$$

#### VII-E. Sumatorias

Para insertar el símbolo de una sumatoria en  $\text{\LaTeX}$  se tiene que utilizar el comando  $\sum$ , el límite superior de la sumatoria se indica con el sombrero  $\wedge$  y el límite inferior se indica con  $_$ . Los siguientes comandos muestran como insertar una sumatoria.

```
$$\sum_{p=3}^7 t^x x^x$$
$$\sum_{b=0}^2 p^x x-1 x^x$$
```

El resultado de dichos comandos son los siguientes respectivamente:

$$\sum_{p=3}^7 t^x$$

$$\sum_{b=0}^2 p^x - 1$$

#### VII-F. Integrales

Para insertar el símbolo de una integral en  $\text{\LaTeX}$  se tiene que utilizar el comando  $\int$ , el límite superior de la integral se indica con el sombrero  $\wedge$  y el límite inferior se indica con  $_$ . El siguiente comando muestra como insertar una integral.

```
$$\int_y^x f(x) dx$$
```

El resultado de dicho comando es el siguiente:

$$\int_y^x f(x) dx$$

#### VII-G. Letras Griegas

$\text{\LaTeX}$  también permite la inserción de letras griegas, las cuales se insertan utilizando el nombre de la letra anteponiendo un 'backslash'. Ejemplos de como aplicar dichas letras se pueden ver a continuación.

```
$\alpha$
$\beta$
$\delta$, \Delta$
$\theta$, \Theta$
$\mu$
$\pi$, \Pi$
$\sigma$, \Sigma$
$\phi$, \Phi$
$\psi$, \Psi$
$\omega$, \Omega$
```

Los resultados de los comandos anteriores para inserciones de letras griegas se muestran a continuación.

$\alpha \beta \delta, \Delta \theta, \Theta \mu \pi, \Pi \sigma, \Sigma \phi, \Phi \psi, \Psi \omega, \Omega$

### VIII. MANEJO DE COLORES

Para el manejo de colores en  $\text{\LaTeX}$ , se debe importar el paquete color, a la vez existen dos comandos principales para dicho propósito.

- `textcolor{NombreColor}{Texto}`
- `color{NombreColor}`



### VIII-A. Cambiar color de fuentes

Para utilizar la paleta básica de colores con el comando `textcolor` se requiere indicar entre `{}` el color que se requiere y posteriormente también entre `{}` el texto que se quiere visualizar con dicho color especificado, a continuación se muestran los comandos para ejemplos de textos utilizando paletas de colores azul, rojo, verde, amarillo, negro y cyan.

```
\textcolor{blue}{texto}
\textcolor{red}{texto}
\textcolor{green}{texto}
\textcolor{yellow}{texto}
\textcolor{black}{texto}
\textcolor{cyan}{texto}
```

El resultado de implementar dichos colores es el siguiente:

Esto es un texto utilizando color azul!  
 Esto es un texto utilizando color rojo!  
 Esto es un texto utilizando color verde!  
 Esto es un texto utilizando color amarillo!  
 Esto es un texto utilizando color negro!  
 Esto es un texto utilizando color cyan!

### VIII-B. Modelos de colores

Se pueden utilizar los siguientes tres modelos cuando se requiera personalizar los colores requeridos para los textos.

- **rgb (Red Green Blue):** este modelo utiliza como colores primarios el rojo, verde y azul, para identificar el color requerido utilizando este modelo se deben especificar tres números comprendidos entre 0 y 1.
- **cmyk (Cyan Magenta Yellow Black):** este modelo requiere que se especifiquen cuatro números comprendidos entre 0 y 1, especificando para cada uno de los colores del cmyk la combinación requerida. Este método es conocido por ser el utilizado en las impresoras.
- **gray:** este modelo utiliza una escala de grises, indicando un número único comprendido entre 0 y 1.

Se pueden hacer combinaciones de colores utilizando los modelos anteriormente mencionados, a continuación se muestran los comandos necesarios para poder hacer uso de los modelos.

```
\textcolor[rgb]{1,0,0}{Rojo}
\textcolor[rgb]{1,1,0}{Amarillo}
\textcolor[rgb]{0.2,0.5,0.7}{Azulado}
\textcolor[cmyk]{0,1,0,0}{Magenta}
\textcolor[cmyk]{1,0,1,0}{Verde}
\textcolor[gray]{0.3}{Gris Oscuro}
\textcolor[gray]{0.7}{Gris Claro}
```

El resultado de implementar dichos colores es el siguiente:

Rojo  
 Amarillo  
 Azulado  
 Magenta

Verde  
 Gris Oscuro  
 Gris Claro

### VIII-C. Cajas de color

$\text{\LaTeX}$  permite no solo colorear textos, sino que también se pueden realizar cajas con colores de fondo, esta sección muestra los comandos necesarios para implementar cajas coloreadas en un PDF compilado con  $\text{\LaTeX}$ .

```
\colorbox[rgb]{0.5,0.5,1}{caja roja y azul 50\%}
\colorbox{yellow}{caja de color amarilla}
\colorbox{cyan}{caja de color cyan}
\colorbox{green}{caja de color verde}
```

El resultado de implementar dichos colores es el siguiente:

caja roja y azul 50%    caja de color amarilla  
 caja de color cyan    caja de color verde

### VIII-D. Bordes de color

$\text{\LaTeX}$  también permite crear bordes con distintos colores para una caja, esta sección muestra los comandos necesarios para implementar cajas coloreadas con un borde de color. A la vez es posible especificar un grosor para el borde a colorear utilizando el comando `\setlength{\fboxrule}{3 pt}`.

```
\colorbox[rgb]{0.5,0.5,1}{caja roja y azul 50\%}
\fcolorbox{red}{yellow}{caja amarilla y borde rojo}
\setlength{\fboxrule}{3 pt}
\fcolorbox{red}{cyan}{caja cyan y borde rojo}
\setlength{\fboxrule}{3 pt}
\fcolorbox{red}{green}{caja verde y borde rojo}
\fcolorbox{green}{yellow}{caja amarilla y borde verde}
```

El resultado de implementar dichos colores de bordes en las cajas es el siguiente:

caja roja y azul 50%  
 caja amarilla y borde rojo  
 caja cyan y borde rojo  
 caja verde y borde rojo  
 caja amarilla y borde verde

### REFERENCIAS

- [1] R.P. Crease, *The prism and the pendulum the ten most beautiful experiments in science*. Random House, 2014.