

Una breve introducción a L^AT_EX

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

MC-7201 Introducción a la Investigación

Instituto Tecnológico de Costa Rica

{mfigueroacr, elc790}@gmail.com

Resumen—Este manual pretende demostrar las capacidades de L^AT_EX como herramienta de edición de textos científicos y en general como una herramienta que permite a los autores concentrarse en el contenido que quieren difundir y no tanto en el formato final de este. También expone las principales funcionalidades y características del lenguaje Tex para la producción de documentos.

Index Terms—L^AT_EX, Introducción a la investigación, Tarea Corta.

I. HISTORIA DE L^AT_EX

ERA el final de los años 70, Jimmy Carter era el presidente de los Estados Unidos y los Bee Gees sonaban en la radio. Durante esa época también se gestaba el segundo volumen de una de las obras literarias más significativas para el mundo de la computación, concretamente The Art of Computer Programming de Donald E. Knuth, reconocido matemático y científico de la computación quién ganó el premio Turing en 1974, quien precisamente recibió el galardón debido a sus contribuciones al campo de la computación en el primer volumen de su serie de libros. Cuando Donald Knuth recibió los primeros ejemplares del segundo volumen se sintió profundamente decepcionado por la calidad de la tipografía utilizada por su editorial, al mismo tiempo tuvo la oportunidad de ver un nuevo libro de Inteligencia Artificial de Patrick Wilson, el cual fue producido de manera digital, por lo que se le ocurrió que una tipografía no es más que ordenar secuencias de 0's y 1's, por lo que calculó que en seis meses podría producir un lenguaje que le permitiera producir tipografía matemática de manera elegante y bella con la cual poder generar textos impresos agradables para sus lectores. Al final el esfuerzo no fue de 6 meses si no que tomó a Donald Knuth y las personas que colaboraron con él aproximadamente 10 años en completar la primera version de TeX cuyo nombre se origina de los caracteres griegos tau, epsilon y chi [1]. LaTeX por su parte es una serie de macros y plantillas que extienden el lenguaje de TeX para facilitar su uso académico y permitir a los investigadores concentrarse en el contenido de lo que tienen que escribir y no en su apariencia visual, dejando para esto que los macros de LaTeX definan la apariencia final del documento. LaTeX fue creado por Leslie Lamport en 1983 quien creó una serie de macros para TeX debido a su propia necesidad de escribir un libro, por lo que Peter Gordon de la editorial Addison-Wesley convenció a Lamport de escribir un libro con el manual de sus macros, dando origen a L^AT_EX. [2]

II. USOS ACADÉMICOS, EXTENSIÓN E IMPORTANCIA

Una de las principales ventajas que ofrece el sistema de composición de textos L^AT_EX es la gran calidad tipográfica con la que se generan sus textos. En parte a que ese fue el objetivo que motivo su creación. Es particularmente útil en la creación de libros y artículos de difusión científica que contienen una gran cantidad de fórmulas matemáticas.

Al ser el sistema L^AT_EX de código abierto permite que se creen nuevos paquetes que amplian su funcionalidad, por lo que existe una gran cantidad de paquetes disponibles [3]. La mayoría de estos paquetes están regulados por el proyecto L^AT_EX 3 [4].

Al ser un sistema de producción de texto basado en comandos e instrucciones, permite una separación clara de la producción del contenido y del formato final del mismo. A diferencia de otros sistemas que emplean el sistema WY-SIWYG (*What You See Is What You Get*), donde el usuario debe estar pendiente completamente del formato final del documento.

Finalmente, L^AT_EX ofrece una uniformidad en la salida, por lo que esta siempre será la misma sin importar el dispositivo que se utilice. Y el contenido producido puede ser exportado a muchos formatos que faciliten su distribución, tales como: PDF, Postscript, HTML, entre otros.

III. ESTILOS DE DOCUMENTO

L^AT_EX define los documentos utilizando clases, estas pueden ser predefinidas o venir como parte de un paquete de extensión o incluso ser escritas por el mismo autor. Estas clases consisten de un archivo cls con definiciones que establecen entre otras cosas el aspecto general que tendrá el documento. Se definen comandos como `\section` o `\title`.

La clase de un documento se define con:

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

Las opciones predefinidas para el valor de la clase del documento son:

article	Comúnmente se utiliza para crear artículos, presentaciones, reportes y documentación de programas.
report	Por lo general se emplea esta clase para la creación de reportes de mayor longitud.
book	Para crear libros.
slides	Esta clase es útil para crear volantes y avisos.

Las opciones definen algunos aspectos de la apariencia general del documento, se deben definir separadas por comas y establecen cosas como el tamaño de fuente principal, el tipo de papel, entre otras. Podemos encontrar como opciones más comunes:

10pt, 11pt, ...	Define el valor del tamaño de fuente, el valor por defecto son 10pt
a4paper, letterpaper, a5paper, etc	Define el tamaño de papel utilizado.
leqno	Posiciona la numeración de las fórmulas a la izquierda de cada una.

IV. MANEJO DE TEXTO

IV-A. Manejo de párrafos

L^AT_EX 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 L^AT_EX es hacer uso del comando `\par`. Simplemente se coloca en el texto donde se quiere generar un nuevo párrafo.

IV-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.

IV-A2. Identación: Por defecto L^AT_EX no hace indentación del primer párrafo de una sección o capítulo. La indentación de los demás párrafos esta definida por el valor definido usando `\parindent`. Por ejemplo:

```

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

```

IV-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}
```

IV-A4. Efectos de letra: L^AT_EX 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 `\textit{Texto en cursiva}`, lo que produce: *Texto en cursiva*.

Para subrayar el texto el comando empleado es `\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 `\textbf{Texto en negrita}`.

Otro mecanismo de énfasis para el texto es el comando `\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 esta en cursiva y este otro esta enfatizado.

L^AT_EX también permite cambiar el tamaño del texto para lo cual tenemos los siguientes comandos:

<code>\tiny{A}</code>	A
<code>\scriptsize{A}</code>	A
<code>\small{A}</code>	A
<code>\normalsize{A}</code>	A
<code>\large{A}</code>	A
<code>\huge{A}</code>	A

IV-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 `\`A` para producir Á.

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

IV-A7. Manejo de referencias: L^AT_EX 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 `\begin{thebibliography}`

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

```

\bibitem{IEEEhowto:kopka}
H.~Kopka and P.~W. Daly, \emph{A Guide to \LaTeX\ xsp
3rd~ed.} \hspace{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 `\cite` con la etiqueta que identifica de manera única a la entrada de las referencias a la que queremos citar.

IV-A8. Marcas de agua: Existe un paquete para L^AT_EX que permite la creación de marcas de agua en el documento [5]. Al usar dicho paquete tenemos las opciones:

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

IV-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* [6]. Para incluir el paquete en nuestro documento simplemente empleamos la sentencia:

```
\usepackage{fancyhdr}
```

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

- `\clearpage`: Con el comando `clearpage` si existen elementos flotantes como tablas o figuras, estas se insertarán todas al iniciar la nueva página.
- `\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.

- `\\`
- `\newline`
- `\hfill \break`

Todos funcionan de la misma manera.

IV-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}
```

IV-A12. Manejo de Quotes: Para agregar un nuevo quote que refleje una frase importante se emplea el comando `\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

V. MANEJO DE TABLAS

Las tablas son elementos muy útiles y comúnmente utilizados en artículos científicos para presentar un resumen de los resultados obtenidos. L^AT_EX 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> .

VI. MANEJO DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Cuando se quieren insertar figuras, subfiguras o gráficos en un PDF construido y compilado con Latex, son necesarios un par de componentes principales.

- **Paquete graphicx:** 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 los 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`.

Estas tres imágenes muestran un ejemplo de subfiguras insertadas



(a) Ejemplo 1



(b) Ejemplo 2



(c) Ejemplo 3

con el comando `subfigure`, utilizando el parámetro opcional de `width`, donde se establecen 40mm, 40mm y 80mm de ancho respectivamente.

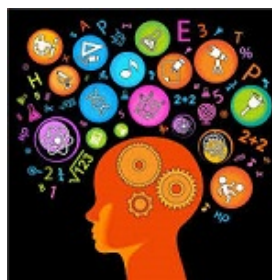
VII. MANEJO DE FIGURAS (MINIPAGE)

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.

VIII. ECUACIONES MATEMÁTICAS

Una de las principales razones por las cuales 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}
```

$$1 + 2 = 3 \tag{1}$$

$$5 - 1 = 4 \tag{2}$$

$$3 * 3 = 9 \tag{3}$$

$$12/4 = 3 \tag{4}$$

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 requieran 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'.

VIII-A. Potencias

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

VIII-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} .

VIII-C. Fracciones

Las fracciones se insertan utilizando el comando:

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

Ejemplos de fracciones pueden ser los siguientes:

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

VIII-D. Raíces

Las raíces se insertan utilizando el comando sqrt{...} 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.

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

VIII-E. Sumatorias

Para insertar el símbolo de una sumatoria en Latex se tiene que utilizar el comando sum, el límite superior de la sumatoria se indica con el sombrero ^ y el límite inferior se indica con _. Los siguientes comandos muestran como insertar una sumatoria.

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

El resultado de dichos comandos son los siguientes respectivamente:

$$\begin{aligned} &\sum_{p=3}^7 t^x \\ &\sum_{b=0}^2 p^x - 1 \end{aligned}$$

VIII-F. Integrales

Para insertar el símbolo de una integral en Latex se tiene que utilizar el comando int, el límite superior de la integral se indica con el sombrero ^ el límite inferior se indica con _. El siguiente comando muestra como insertar una integral.

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

El resultado de dicho comando es el siguiente:

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

VIII-G. Letras Griegas

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. α β δ , Δ θ , Θ μ π , Π σ , Σ ϕ , Φ ψ , Ψ ω , Ω

IX. MANEJO DE COLORES

Para el manejo de colores en Latex, se debe importar el paquete color, a la vez existen dos comandos principales para dicho propósito.

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

IX-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!

IX-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 el 0 y 1.
- **cmk (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 cmk 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[cmk]{0,1,0,0}{Magenta}
\textcolor[cmk]{1,0,1,0}{Verde}
\textcolor[gray]{0.3}{Gris Oscuro}
\textcolor[gray]{0.8}{Gris Claro}
```

El resultado de implementar dichos colores es el siguiente:

Rojo
 Amarillo
 Azulado
 Magenta
 Verde
 Gris Oscuro
 Gris Claro

IX-C. Cajas de color

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 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

IX-D. Bordes de color

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 amarilla y borde rojo}
\setlength{\fboxrule}{3 pt}
\fcolorbox{red}{green}{caja amarilla 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 amarilla y borde rojo
 caja amarilla y borde verde

REFERENCIAS

- [1] S.Ganguli, "A short history of tex and latex," Nov 2013. [Online]. Available: <https://swetava.wordpress.com/2013/10/31/a-short-history-of-tex-and-latex/>
- [2] L.Lamport, *LaTeX: a document preparation system*. Addison-Wesley, 1994.
- [3] "The comprehensive tex archive network." [Online]. Available: <https://ctan.org/>
- [4] [Online]. Available: <https://www.latex-project.org/latex3/>
- [5] Callegar, "callegar/latex-draftwatermark," Jun 2015. [Online]. Available: <https://github.com/callegar/LaTeX-draftwatermark>
- [6] P.v. Oostrum, "The fancyhdr and extramarks packages," *The fancyhdr and extramarks packages*, Jan 2019. [Online]. Available: <http://mirrors.ucr.ac.cr/CTAN/macros/latex/contrib/fancyhdr/fancyhdr.pdf>