



Minicurso Básico - L^AT_EX

Aula 3

Apresentação: Jéssyca Cristine, Leandro Chiarini, Rafael Aguiar e Rebeca Chuffi

O objetivo desta aula é introduzir as notações matemáticas mais usuais e alguns recursos que podem ser utilizados para melhorar a apresentação destes.

1 O Modo Matemático

Como já visto nas aulas anteriores, use $\$.....\$$ ou $\$\$.....\$\$$ para indicar a escrita no ambiente matemático. Lembrando que $\$ \dots \$$ abre o modo matemático na mesma linha em que se está digitando, enquanto que $\$\$ \dots \$\$$ fará com que tudo que for digitado dentro do ambiente será colocado na linha seguinte, e centralizado.

1.1 Carregando Pacotes Matemáticos

Os pacotes matemáticos básicos e mais utilizados são `amsmath` e `amssymb`. Para carregá-los, pode-se fazê-lo em conjunto (sempre no preâmbulo), isto é, no mesmo comando `\usepackage`, da seguinte forma:

```
\usepackage{amsmath,amssymb}
```

Lembre-se de carregá-los caso pretenda utilizar operadores e caracteres matemáticos especiais.

2 Declarando Operadores Matemáticos

Já sabemos que é possível criar e renomear comandos do L^AT_EX no preâmbulo do documento. De maneira análoga, pode-se definir operadores matemáticos, como a função seno, $\text{sen}(x)$ ou o número de Euler, \exp . Para isso, usamos o comando:

```
\DeclareMathOperator{\comando}{operador} logo após os cabeçalhos, antes de começar o documento, ou seja, logo acima do \begin{document}.
```

Exemplo 1

Para declarar a função seno e usar o comando `\sen` para usá-la, digitamos:

```
\DeclareMathOperator{\sen}{sen}
```

O resultado será que, quando usarmos o comando `\sen` (lembrando que um operador matemático deve SEMPRE ser usado DENTRO DO MODO MATEMÁTICO), o T_EX irá gerar a “palavra” *sen* (que foi o que declaramos como operador) como um operador matemático. Teoricamente, poderíamos simplesmente digitar $\$sen(x)\$$ ao invés de digitar $\$\sen(x)\$$. Porém, no primeiro caso, *sen* não apareceria como um operador, e sim como um texto comum digitado dentro do ambiente matemático. A diferença é a seguinte:

Digite $\$sen(x)\$$ e o resultado será *sen(x)*. Digite $\$\sen(x)\$$ e o resultado será $\text{sen}(x)$, que é a aparência “correta” de um operador matemático.

Observação. Alguns operadores já estão inclusos nos pacotes básicos de linguagem matemática, como o operador de cosseno (`\cos`). Entretanto, tais operadores são universais, e portanto “estão” em inglês, como por exemplo, a função seno, que em inglês é *sine*, e seu operador é `\sin`. Geralmente declaramos novos operadores para traduzir os já existentes ou usarmos algum que não exista nos pacotes.

3 Letras Gregas

Use *\nome da letra grega* para obter uma letra grega. Frisa-se que letras gregas fazem parte do ambiente matemático, e portanto devem sempre ser usadas entre \dots ou $\$\dots\$\$$.

Se a inicial for *minúscula* a letra será minúscula. Se a inicial for *Maiúscula*, a letra será Maiúscula. Por exemplo: `\delta`, δ e `\Delta`, Δ

Segue abaixo uma lista de letras gregas:

Comando	Letra Correspondente
<code>\alpha</code>	α
<code>\beta</code>	β
<code>\gamma</code> e <code>\Gamma</code>	γ e Γ
<code>\delta</code> e <code>\Delta</code>	δ e Δ
<code>\epsilon</code> e <code>\varepsilon</code>	ϵ e ε
<code>\zeta</code>	ζ
<code>\eta</code>	η
<code>\vartheta</code> , <code>\theta</code> e <code>\Theta</code>	ϑ , θ e Θ
<code>\iota</code>	ι
<code>\kappa</code>	κ
<code>\lambda</code> e <code>\Lambda</code>	λ e Λ
<code>\mu</code>	μ
<code>\nu</code>	ν
<code>\xi</code> e <code>\Xi</code>	ξ e Ξ
<code>\pi</code> e <code>\Pi</code>	π e Π
<code>\rho</code> e <code>\varrho</code>	ρ e ϱ
<code>\sigma</code> , <code>\varsigma</code> e <code>\Sigma</code>	σ , ς e Σ
<code>\tau</code>	τ
<code>\upsilon</code> e <code>\Upsilon</code>	υ e Υ
<code>\phi</code> , <code>\varphi</code> e <code>\Phi</code>	ϕ , φ e Φ
<code>\chi</code>	χ
<code>\psi</code> e <code>\Psi</code>	ψ e Ψ
<code>\omega</code> e <code>\Omega</code>	ω e Ω

Observação. A única letra grega que não está presente na lista é o Omicron, pois seu símbolo é o próprio o , e portanto não há a necessidade de sua inclusão como comando do L^AT_EX.

4 Símbolos Matemáticos

Para utilizar os caracteres especiais para linguagem matemática, como \pm , \dots , \leq , \simeq utilizamos o ambiente matemático e o comando, por exemplo `\pm` gera \pm . Abaixo segue uma tabela mostrando os símbolos mais usados com seus respectivos comandos:

Símbolo	\$Comando\$	Símbolo	\$Comando\$
$>$	<code>></code>	$<$	<code><</code>
∞	<code>\infty</code>	\iff	<code>\iff</code>
\cdot	<code>\cdot</code>	\times	<code>\times</code>
\pm	<code>\pm</code>	\subset	<code>\subset</code>
\dots	<code>\dots</code>	\supset	<code>\supset</code>
\geq	<code>\geq</code>	\exists	<code>\exists</code>
\leq	<code>\leq</code>	\forall	<code>\forall</code>
\neq	<code>\neq</code>	\neg	<code>\neg</code>
\approx	<code>\approx</code>	\in	<code>\in</code>
\equiv	<code>\equiv</code>	\notin	<code>\notin</code>
\cong	<code>\cong</code>	\propto	<code>\propto</code>
$ $	<code>\mid</code>	\nmid	<code>\nmid</code>
\models	<code>\models</code>	∇	<code>\nabla</code>

Também é de uso recorrente fontes como \mathbb{R} ou \mathbb{R}^n . Tais letras fazem parte do pacote `amssymb`, previamente mencionado.

Após declarado o pacote, para fazer uso dessa fonte, use `\mathbbb{...}`. Por exemplo: `\mathbbb{Z}` gera \mathbb{Z} . Pode-se precisar que um símbolo com esta fonte seja usado diversas vezes num texto, e daí, para facilitar sua escrita, pode-se definir um comando mais simples para utilizar tal símbolo. Isto é feito da seguinte forma: no preâmbulo, defina

```
\newcommand{símbolo que vai usar para chamar a letra }{\mathbbb{a letra que deseja na fonte}}
```

Por exemplo: `\newcommand{ \R }{\mathbbb{R}}`, e daí, ao digitar `\R`, obtêm-se \mathbb{R} .

Observação. No material complementar a este Minicurso há uma apostila (`1atex2e.pdf`), como ótimas referências para símbolos e uso geral do \LaTeX .

4.1 Setas

Para utilizar uma seta dentro de uma expressão matemática, como por exemplo $f : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ ou $P \Leftrightarrow Q$, utilizamos os comandos abaixo, sempre dentro do ambiente matemático (`\dots` ou `$$...$$`).

Seta	Comando	Seta	Comando
\leftarrow	<code>\leftarrow</code>	\longleftarrow	<code>\longleftarrow</code>
\Leftarrow	<code>\Leftarrow</code>	\Lleftarrow	<code>\Lleftarrow</code>
\rightarrow	<code>\rightarrow</code>	\longrightarrow	<code>\longrightarrow</code>
\Rightarrow	<code>\Rightarrow</code>	\Longrightarrow	<code>\Longrightarrow</code>
\leftrightarrow	<code>\leftrightarrow</code>	\longleftrightarrow	<code>\longleftrightarrow</code>
\Leftrightarrow	<code>\Leftrightarrow</code>	\Llongleftrightarrow	<code>\Llongleftrightarrow</code>
\mapsto	<code>\mapsto</code>	\longmapsto	<code>\longmapsto</code>
\hookrightarrow	<code>\hookrightarrow</code>	\hookrightarrow	<code>\hookrightarrow</code>
\leftarrow	<code>\leftarrow</code>	\rightarrow	<code>\rightarrow</code>
\leftharpoonup	<code>\leftharpoonup</code>	\rightarrow	<code>\rightarrow</code>
\leftharpoondown	<code>\leftharpoondown</code>	\rightarrow	<code>\rightarrow</code>

5 Potências e Subíndices

Para colocar potências use “^” (i.e., o símbolo do acento circunflexo), seguido da potência. Por exemplo, `x^2` gera x^2 . Se a potência for composta por mais de um caracter, como uma equação inteira, basta colocar a potência entre chaves. Por exemplo, `$x^{\cos(x)}$` gera $x^{\cos(x)}$.

Para subíndices, use “_” (*underline*), seguindo o mesmo esquema de potenciação. Exemplo: `u_i` e `v_j` geram u_i e v_j . Se o subíndice for composto por mais de um caracter, basta usar chaves novamente.

6 Frações

Para escrever frações, basta usar o comando `\frac{numerador}{denominador}`. Para “aumentar” o tamanho (aparência) da fração, usamos o comando `\dfrac{ }{ }`.

Exemplo 2

$$\dfrac{x^2+y^2}{xy^3}$$

$$\dfrac{\dfrac{1}{2}}{\dfrac{7x}{3}}$$

7 Raízes

O comando utilizado para raízes quadráticas $\sqrt{f(x)}$ é `\sqrt{radicando}`, e para raízes n-ésimas $\sqrt[n]{f(x)}$ usamos `\sqrt[n]{f(x)}`.

8 Displaystyle

O comando `\displaystyle` é usado para aumentar o tamanho dos símbolos matemáticos e melhorar sua apresentação. Deve ser usado dentro do ambiente matemático gerado por `$...$`, pois o `\displaystyle` já está embutido no uso de `$$...$$`.

Exemplo 3

Digitar: a fração `\frac{1}{2}` é racional
gera: a fração $\frac{1}{2}$ é racional.
Digitar: a fração `\displaystyle\frac{1}{2}` é racional
gera: a fração $\frac{1}{2}$ é racional.

9 Somatórios, Produtórios, União e Interseção

Para escrever somatórios produtórios, uniões e interseções usamos os comandos abaixo, utilizando “_” para índices inferiores e “^” para índices superiores.

Somatório	$\sum_{i=1}^n$	$\sum_{i=1}^n$
Produtório	$\prod_{i=1}^n$	$\prod_{i=1}^n$
União	$\bigcup_{i=1}^n$	$\bigcup_{i=1}^n$
Interseção	$\bigcap_{i=1}^n$	$\bigcap_{i=1}^n$

Perceba que os índices aparecem deslocados lateralmente, e não na parte superior dos símbolos, como costumamos escrever no papel. Para resolver isto, basta usar o comando `\displaystyle` novamente. Observe a diferença:

Com <code>\displaystyle</code>	Sem <code>\displaystyle</code>
$\sum_{i=1}^n$	$\sum_{i=1}^n$
$\prod_{i=1}^n$	$\prod_{i=1}^n$
$\bigcup_{i=1}^n$	$\bigcup_{i=1}^n$
$\bigcap_{i=1}^n$	$\bigcap_{i=1}^n$

Observação. Todos os 4 comandos acima podem ser usados sem os índices, ou com pelo menos um dos índices. Por exemplo, $A \bigcup B$, $\prod_{i,j}$ e $\sum_{i|n}$ geram $A \cup B$, $\prod_{i,j}$ e $\sum_{i|n} i$.

10 Limites

Para obter limites utilizamos o comando `\lim_{variável \to limite} f(x)`. Por exemplo: `\lim_{x \to 2} f(x)` produz $\lim_{x \rightarrow 2} f(x)$. Aqui o uso do `\displaystyle` também melhora significativamente a expressão, veja :

$$\lim_{x \rightarrow 2} f(x) \quad \text{com } \code{\displaystyle}$$

$$\lim_{x \rightarrow 2} f(x) \quad \text{sem } \code{\displaystyle}$$

11 Derivadas e derivadas parciais

Para escrever derivadas podemos usar o comando para frações `\frac` ou `\dfrac` (ambos para $\frac{df}{dx}$), ou também `'` (para f'), ou para derivada n-ésima o mesmo comando que para potências, `f^n` (para $f^{(n)}$).

Para derivadas parciais, utilizamos o comando `\partial` para o símbolo ∂ , e utilizamos os comandos para frações `\frac` ou `\dfrac` (para $\frac{\partial f}{\partial y}$), de modo análogo a $d\frac{df}{dx}$.

Por exemplo:

$$\begin{aligned} \frac{d(x^2 + 2x + 7)}{dx} & \qquad \frac{d(x^2 + 2x + 7)}{dx} \\ \frac{d\left(\frac{d(x^3 + 5x - 4)}{x - 2}\right)}{dx} & \qquad \frac{d\left(\frac{x^3 + 5x - 4}{x - 2}\right)}{dx} \\ \frac{\partial x^2 y^3}{\partial x} & \qquad \frac{\partial x^2 y^3}{\partial x} \end{aligned}$$

12 Integrais, Integrais Múltiplas e Integral de Linha

A integral simples $\int_a^b f(x)$ é gerada pelo comando `\int_a^b f(x)`.

Para a integral múltipla, temos duas opções. Se a integral múltipla for definida em uma região D , por exemplo $\iint_D f(x)$, podemos escrevê-la como `\iint_{D} f(x)`, onde o número de “i’s” representa o número de integrais (nesse caso duas, pois a integral é dupla). Se a integral for definida de forma que cada integral tenha seus próprios limites de integração, então usamos o comando de integral simples para cada integral desejada, dando espaços negativos (obtidos usando-se `\!`) entre as integrais. Por exemplo:

`\int_a^b f(x) \! \! \! \int_c^d f(x,y)`
gera

$$\int_a^b \int_c^d f(x,y)$$

Para integrais de linha, \oint_D , utilize o comando `\oint_D`.

Para todos os comandos de integrais, o `\displaystyle` também pode ser aplicado.

Exemplo 4

$$\text{\displaystyle \iiint_R f(x)dx} \qquad \iiint_R f(x)dx$$

$$\text{\displaystyle \oint_F f(x)dx} \qquad \oint_F f(x)dx$$

$$\text{\displaystyle \int_{-1}^2 \int_{-3}^7 \int_0^2 f(x)dx} \qquad \int_{-1}^2 \int_{-3}^7 \int_0^2 f(x)dx$$

13 Parênteses, Colchetes e Chaves

Para que os símbolos `()`, `[]` e `{}` acompanhem o tamanho da expressão que está entre eles, utilize o comando `\left o símbolo` (para começar) e `\right o símbolo` (para terminar).

Atenção: o uso de `{}` só pode ser feito usando-se `\antes de {`, e tal comando exige o uso do par `\left`, `\right`.

Exemplos:

$$\text{\left\{ \frac{d\left(\frac{y^7 + 12y^2 - 14}{y^3 + 7}\right)}{27y - 3} \right\}} \qquad \left\{ \frac{y^7 + 12y^2 - 14}{y^3 + 7} \right\}$$

$$\text{\left[\frac{d\left(\frac{d\left(\frac{x^3 + 5x - 4}{x - 2}\right)}{dx}\right)}{dx} \right]} \qquad \left[\frac{d\left(\frac{x^3 + 5x - 4}{x - 2}\right)}{dx} \right]$$

$$\text{\left(\sqrt{\frac{d(x^2 - 5)}{4x - 2}}\right)^3} \qquad \left(\sqrt{\frac{x^2 - 5}{4x - 2}}\right)^3$$

14 Equações e Fórmulas numeradas

Para obter equações e fórmulas numeradas, de modo que seja possível fazer referência a elas ao longo do texto, utilize o comando

```
\begin{equation}
  equação
\end{equation}
```

O ambiente *equation* não exige uso do ambiente matemático (\dots , $\$\dots\$\$$).

15 Referência e Label

O comando `\label{}` é utilizado para nomear uma equação, figura, teorema, etc, possibilitando referências futuras. As referências são feitas usando-se o comando `\ref{nome dado no label}`. A cor dos links da referência é definida no cabeçalho:

```
\usepackage[pdfstartview=FitH,backref,colorlinks,bookmarksnumbered,
bookmarksopen,linktocpage,urlcolor=blue,linkcolor=cyan]{hyperref}.
```