



---

**PME3100 Mecânica I – Turma 01**

**Atualização do procedimento para Tarefas de sala e de casa**

A partir de 22 de setembro de 2020 (aula 09), as tarefas de sala e de casa terão as seguintes alterações de comportamento no Moodle:

- 1 – será permitida apenas uma (01) tentativa de resolução;
- 2 – apenas a resposta correta valerá pontuação; e
- 3 – o “feedback” (resposta certa/ errada, opção correta e nota) estará visível só após o encerramento do prazo para a resolução da respectiva questão.

O restante permanece inalterado.

Prof. Dr. Ronaldo de Breyne Salvagni  
22 de setembro de 2020

## 1 – Introdução

A Mecânica é uma ciência física. Como qualquer ciência, pretende estabelecer uma ponte entre, ou correlacionar, dois “mundos”: o mundo imaginário, mental e o mundo real (no caso, físico).

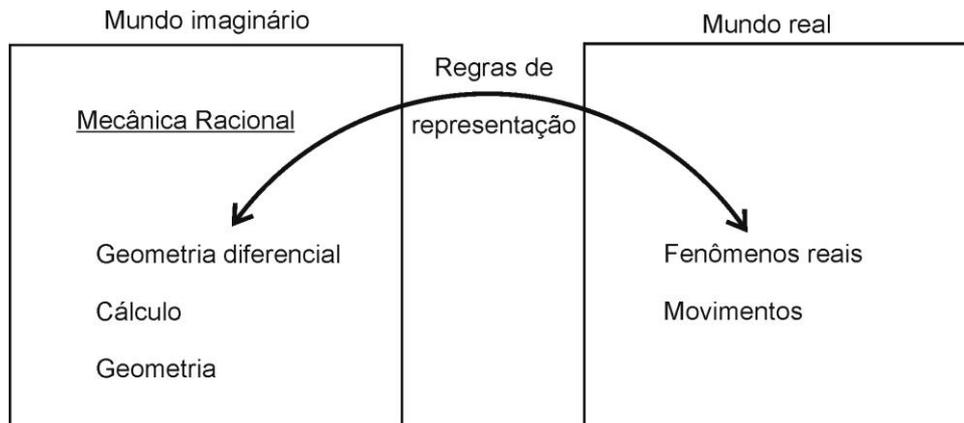


Figura 1.1 – Mundos imaginário e real

## MODELOS

O cérebro humano não consegue se relacionar diretamente com o mundo externo, real. Com base nos dados obtidos pelos sentidos do corpo humano, o cérebro constrói uma representação mental desse mundo e passa a raciocinar, pensar, reagir e interagir a partir dela. Este fato corresponde a um conceito básico da Engenharia: o conceito de “modelo” ou “modelo de Engenharia”.

Um modelo é uma representação simplificada da realidade, na qual comparecem apenas os efeitos ou grandezas que influam significativamente nos resultados desejados. O “significativamente” vai depender da precisão requerida. Há diversos tipos de modelos, como modelos físicos: maquetes, desenhos, simulações virtuais, ou modelos matemáticos, que são as equações que representam o caso real.

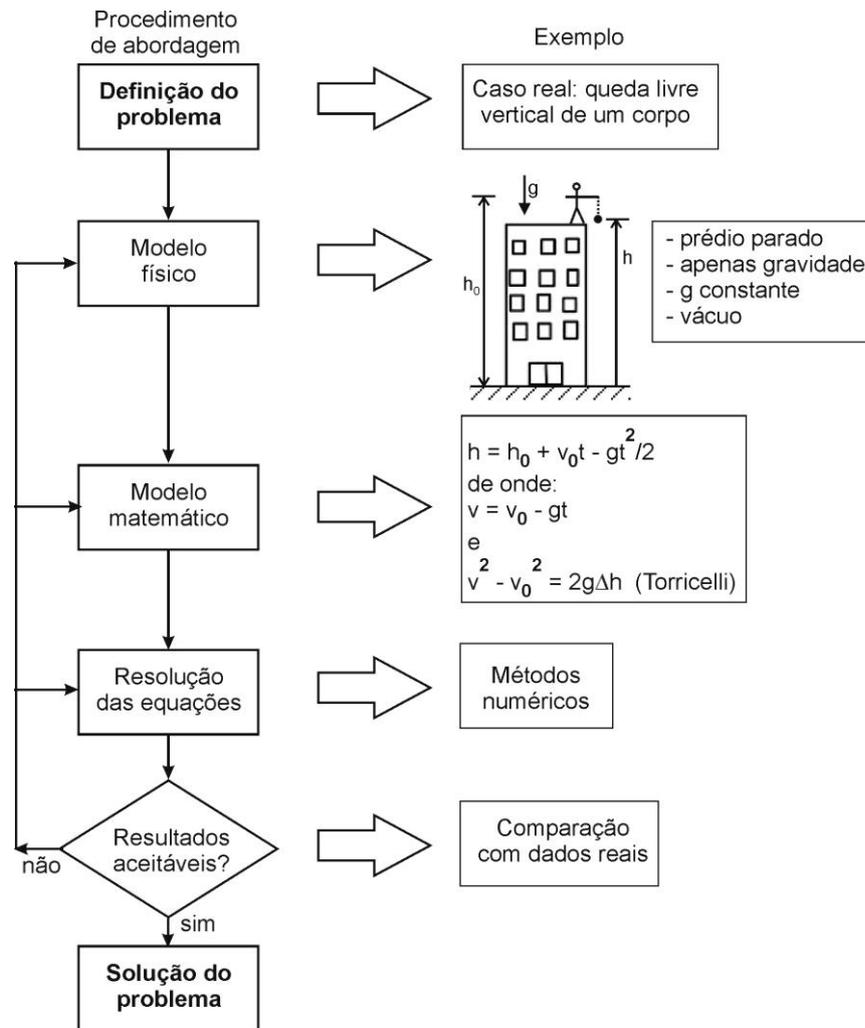


Figura 1.2 Modelos de Engenharia

No presente curso, os exemplos e aplicações já vão partir de modelos físicos.

## A MECÂNICA

A Mecânica (newtoniana) é normalmente subdividida em três grandes áreas, de acordo com os modelos físicos adotados, e se propõe a estudar o comportamento de corpos materiais sob a ação de forças:

Mecânica	- dos corpos rígidos	- Estática	Objeto deste curso
		- Cinemática	
		- Dinâmica	
	- dos corpos deformáveis (resistência dos materiais)		
	- dos fluidos		

onde:

Estática: estudo do equilíbrio, ou seja, das situações em que as grandezas não variam com o tempo.

Cinemática: descrição ou representação dos movimentos, sem relacioná-los com suas causas.

Dinâmica: estudo dos movimentos, relacionando-os com suas causas.

Movimento: variação de posição, em relação a um dado referencial, de um ponto ou corpo material.

Referencial: é um corpo material em relação ao qual o movimento é descrito ou estudado. Não confundir referencial ou sistema de referência com sistema de coordenadas.

Todo movimento é relativo: refere-se a um determinado referencial ou sistema de referência.

Não se pretenderá aqui aprofundar os aspectos filosóficos envolvidos nos axiomas e conceitos fundamentais da Mecânica, tais como tempo, espaço e matéria.

## VETORES (alguns fatos importantes)

No contexto mais amplo da Teoria das Matrizes, um vetor pode ser definido como uma matriz coluna. Numa abordagem mais restrita, um vetor é um conjunto de  $n$  números (escalares), que é elemento de um espaço vetorial  $\mathbb{V}^n$  de ordem (dimensão)  $n$ . Esse espaço vetorial é um conjunto de vetores, munido de elementos especiais e algumas operações com determinadas propriedades. O conjunto dos números reais  $\mathbb{R}$  é um espaço vetorial de ordem 1.

Importante:

- Vetor não é “flechinha”: no espaço vetorial de ordem 3, cada elemento pode ser associado a um elemento (segmento de reta orientado) do espaço geométrico cartesiano de ordem 3, bem como suas respectivas operações. Porém, um vetor não é um segmento de reta.
- Não basta ter módulo, direção e sentido para ser um vetor: um vetor (de  $\mathbb{V}^3$ ) tem módulo, direção e sentido (do segmento de reta associado), mas nem toda grandeza com módulo, direção e sentido pode ser representada por um vetor. Por exemplo, os deslocamentos lineares no espaço geométrico (que têm módulo, direção e sentido) podem ser aplicados sucessivamente (operação de soma), e o resultado independe da ordem de aplicação. Assim, essa operação tem a propriedade comutativa, assim como a soma de vetores, e os deslocamentos lineares podem ser representados por vetores.

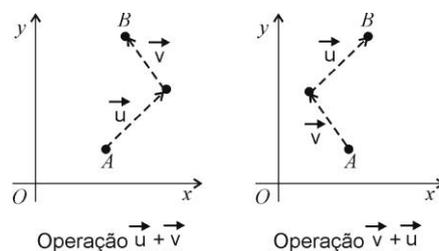


Figura 1.3 – Adição de deslocamentos lineares

Já em deslocamentos angulares (rotações finitas), que também têm módulo (o quanto gira), direção (a direção do eixo de rotação) e sentido, a posição final após aplicações sucessivas (soma) depende da ordem de aplicação, o que significa que sua soma não tem a propriedade comutativa e impede que possam ser representados por vetores.

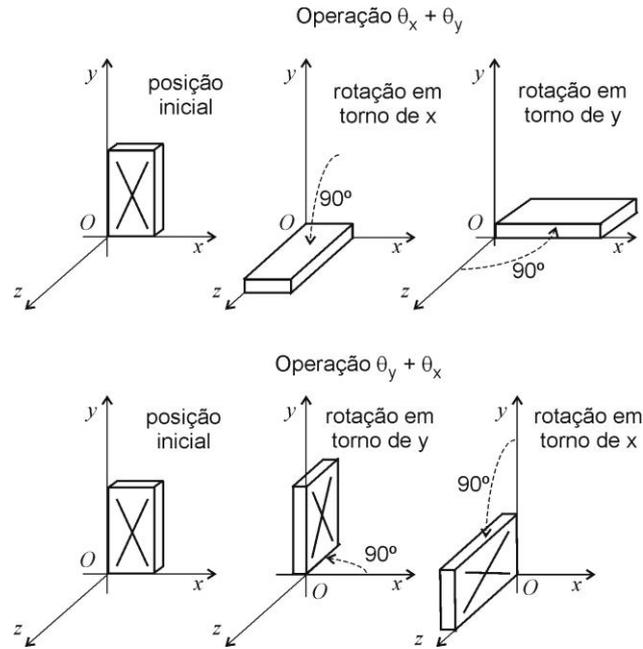


Figura 1.4 – Adição de deslocamentos angulares

- Equações vetoriais

Produto escalar

Equação:  $\vec{x} \cdot \vec{u} = c$ , com  $\vec{x}$  e  $\vec{u} \in \mathbb{V}^3$ , e  $c \in \mathbb{R}$ ;  $\mathbb{V}^3$ : espaço vetorial de ordem 3 (3 dimensões)

Solução:

- Se  $\vec{u} = \vec{0}$  e  $c \neq 0$ , então  $\nexists \vec{x}$ .
- Se  $\vec{u} = \vec{0}$  e  $c = 0$ , então  $\forall \vec{x} \in \mathbb{V}^3$
- Se  $\vec{u} \neq \vec{0}$ :  $\vec{x} = \frac{c}{|\vec{u}|^2} \vec{u} + \vec{s} \wedge \vec{u}, \forall \vec{s} \in \mathbb{V}^3$

Geometricamente,  $\vec{x}$  representaria todos os vetores (segmentos de reta) cuja projeção na direção de  $\vec{u}$  é igual a  $c$ .

Produto vetorial

Equação:  $\vec{x} \wedge \vec{u} = \vec{v}$ , com  $\vec{x}, \vec{u}$  e  $\vec{v} \in \mathbb{V}^3$ ;  $\mathbb{V}^3$ : espaço vetorial de ordem 3 (3 dimensões)

Solução:

- Se  $\vec{u} = \vec{0}$  e  $\vec{v} = \vec{0}$ , então  $\forall \vec{x} \in \mathbb{V}^3$ .
- Se  $\vec{u} = \vec{0}$  e  $\vec{v} \neq \vec{0}$ , então  $\nexists \vec{x}$ .
- Se  $\vec{u} \neq \vec{0}$ ,  $\vec{v} \neq \vec{0}$  e  $\vec{u}$  não for ortogonal a  $\vec{v}$  (ou seja,  $\vec{u} \cdot \vec{v} \neq 0$ ), então  $\nexists \vec{x}$ .
- Se  $\vec{u} \neq \vec{0}$  e  $\vec{u} \cdot \vec{v} = 0$ :  

$$\vec{x} = \frac{\vec{u} \wedge \vec{v}}{|\vec{u}|^2} + \lambda \vec{u}, \forall \lambda \in \mathbb{R}.$$