

# Dinâmica dos Fluidos Computacional



2020

Angela O. Nieckele  
Dept. de Engenharia Mecânica  
PUC-Rio

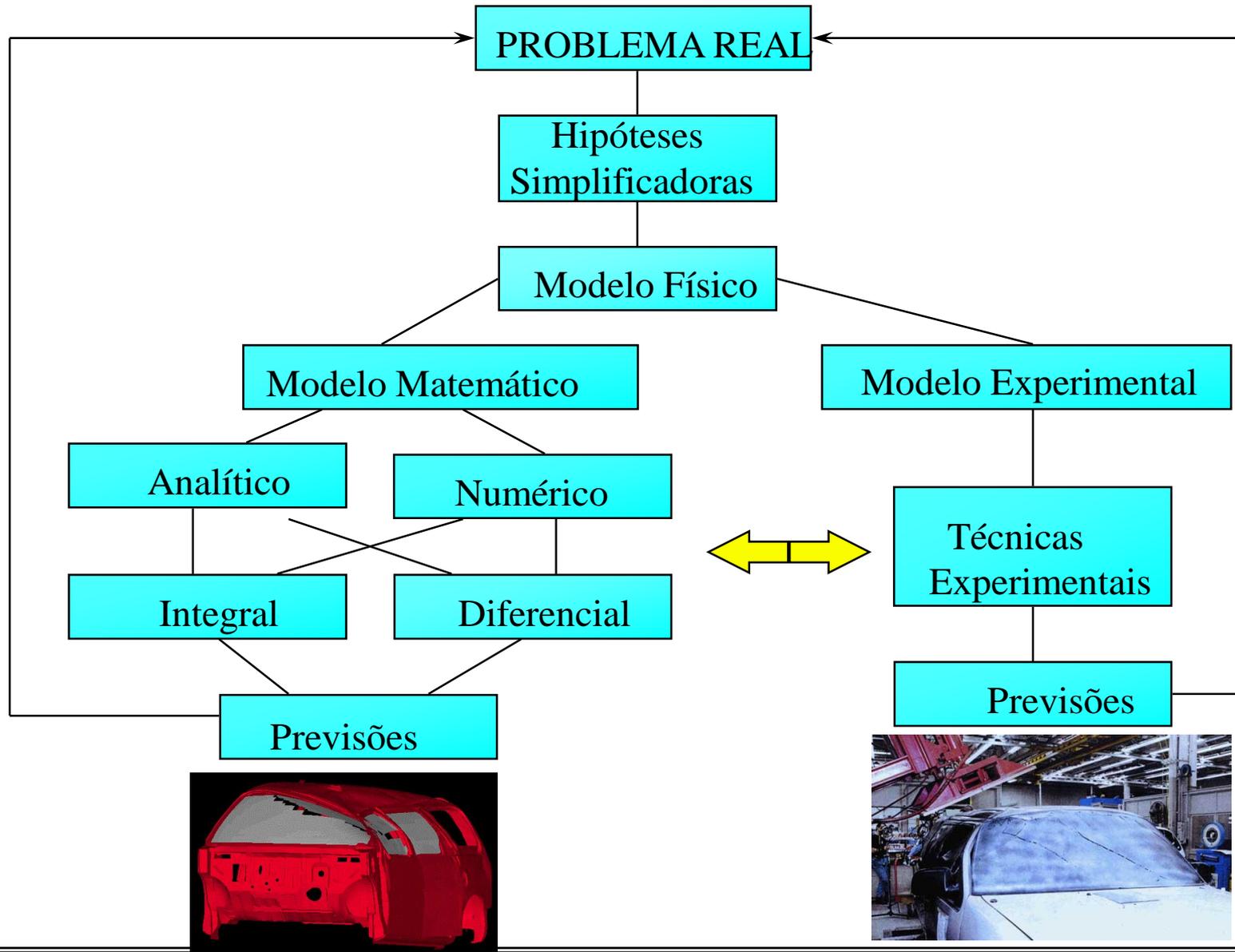
[http://mecflu2.usuarios.rdc.puc-rio.br/DinFluComp\\_MEC2335.html](http://mecflu2.usuarios.rdc.puc-rio.br/DinFluComp_MEC2335.html)

# Objetivo do Curso

- Descrever um método numérico para prever o escoamento com transferência de calor e processos relacionados

- Descrição do Curso:
  - Preparação:
    - Introdução
    - Descrição Matemática dos Fenômenos Físicos
    - Natureza dos Métodos Numéricos
  - Desenvolvimento do Método
    - Difusão
    - Condições de Contorno
    - Solução de Sistema Algébrico
    - Regime Permanente e Transiente
    - Condução + Convecção
    - Escoamentos
  - Tópicos Especiais
    - Utilização do "software" comercial FLUENT

# Método de Trabalho - P&D



# Predição

- **Métodos de Previsão:**
  - **Experimentos:**
    - em escala real
    - em escala reduzida
  - **Cálculos teóricos** (modelos matemáticos)
    - matemática clássica analítica
    - soluções numéricas

# Princípios de Conservação

- **Equações de conservação de:**
  - massa (continuidade)
  - quantidade de movimento linear
  - quantidade de movimento angular
  - energia (1<sup>a</sup>. lei da termodinâmica)
  - 2<sup>a</sup>. lei da termodinâmica
  - espécies químicas
- **Equações Complementares:**
  - equações constitutivas
  - modelo de turbulência
  - modelo de radiação
  - modelo de combustão
  - etc.

# Solução das Equações

- Equações de Governo
  - Integral:
    - valores globais e valores médios
    - mais fácil e mais barato de resolver
  - Diferencial
    - detalhes do escoamento
    - mais difícil, porém fornece mais informações

# Solução das Equações

- Solução Analítica
  - Solução exata para as hipóteses utilizadas
- Solução Numérica
  - Solução aproximada das equações de conservação: equações discretizadas

# Vantagens Cálculo Teórico versus Experimental

- Vantagens Cálculo Teórico
  - baixo custo
  - velocidade
  - habilidade de simular condições realistas
  - habilidade de simular condições ideais

# Dois Grupos de Problemas de Engenharia

- Grupo A:
  - problemas com adequada descrição matemática (condução, escoamento laminar, etc.)
- Grupo B:
  - problemas que ainda não possuem adequada descrição matemática (escoamento turbulento, escoamento bifásico, etc.)

## **Desvantagens do Cálculo Teórico - Grupo A**

- Em geral sem desvantagens. Ocasionalmente:
  - para um objetivo limitado, experimento pode ser mais barato.
  - problemas difíceis podem apresentar instabilidades numéricas e divergência. Soluções, se possíveis, muito caras.
  - problemas com múltiplas soluções apresentam dificuldades

## **Desvantagens do Cálculo Teórico - Grupo B**

- Mesmas desvantagens do Grupo A.
  - O modelo matemático pode não corresponder a realidade.
  - Experimentos são necessários para validar os modelos.

# Comentários

- uma combinação apropriada de experimentos e computações é sempre desejável.
- frequentemente computações preliminares podem ser utilizadas para projetar um experimento, reduzindo o número de experiências e fornecendo informações suplementares

# Métodos Numéricos

- Diferenças Finitas
- **Volumes Finitos**
- Elementos Finitos
- Elementos de Contorno
- Elementos Espectrais
- Etc.

# Escolha do Software

- softwares desenvolvidos ou comerciais
  - versatilidade x desempenho
- conhecimento
  - hipóteses
  - limites de aplicação
  - crítica dos resultados
- treinamento
  - fundamentos físicos
  - operação do software
- pré- e pós-processamento