

Dinâmica dos Fluidos Computacional



2017

Angela O. Nieckele

Dept. de Engenharia Mecânica

PUC-Rio

http://mecflu2.usuarios.rdc.puc-rio.br/DinFluComp_MEC2335.html

Objetivo do Curso

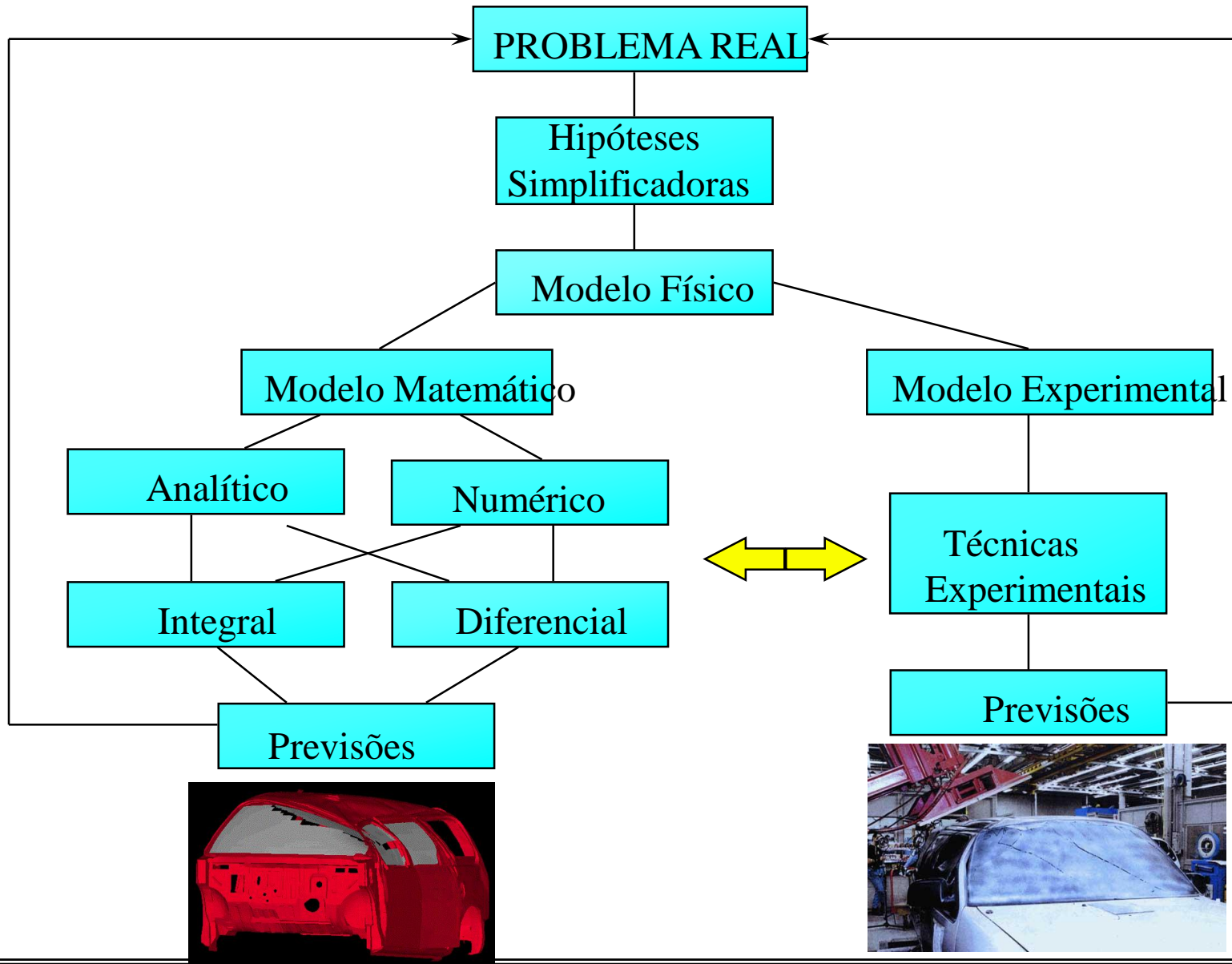
- Descrever um método numérico para prever o escoamento com transferência de calor e processos relacionados

- 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

Introdução

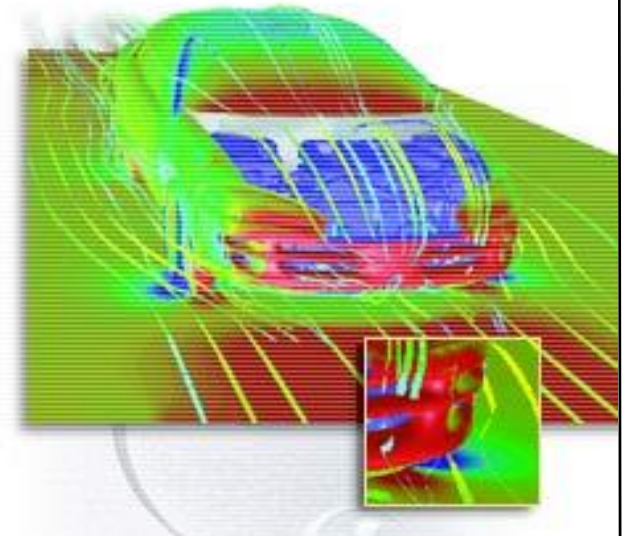
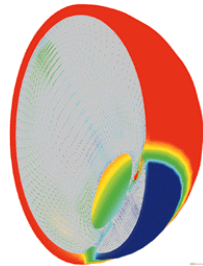
- Método de Trabalho
- Predição
- Princípios de Conservação
- Solução das Equações
- Método Numérico

Método de Trabalho - P&D

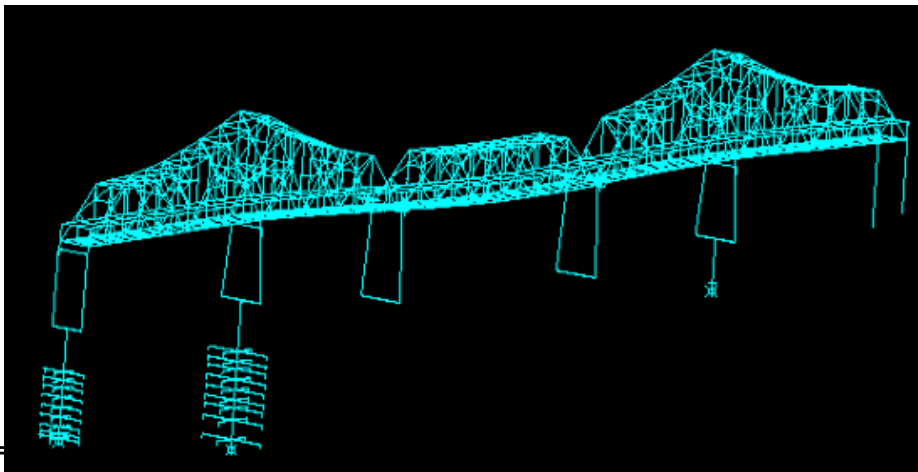


Predição

- ↙ Projeto de engenharia mais econômico
- ↙ Otimização de projetos
- ↙ Análise de situações sem dados experimentais



- ↙ Determinação de desempenho em casos limites



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^a. lei da termodinâmica)
 - 2^a. 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