



Disciplina: **TM-777 VERIFICAÇÃO E VALIDAÇÃO EM CFD**

Carga horária: 45 horas (3 créditos)

Turma: A

Trimestre: 2010/3

Prof. C. H. Marchi

(sala 7-30/LENA-2, marchi@ufpr.br, fone: 3361-3126, <ftp://ftp.demec.ufpr.br/CFD>)

Internet: <ftp://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM777>

DIA, HORÁRIO E LOCAL DAS AULAS

2ª e 4ª 7:30-9:30 h, laboratório LENA3/DEMEC/UFPR

OBJETIVOS

- 1) Medir, estimar e reduzir a magnitude dos erros inerentes aos resultados de simulações numéricas em CFD, obtidos com os métodos de diferenças finitas e volumes finitos.
- 2) Verificar códigos computacionais.
- 3) Verificar soluções numéricas.
- 4) Validar soluções numéricas.
- 5) Detectar enganos cometidos na implementação e no uso de programas computacionais.

EMENTA

Medição, estimação e redução dos erros de modelagem, de dados e numéricos. Aproximações numéricas. Erros de truncamento, de iteração, de arredondamento e outros. Erros de discretização local e global e erro de poluição. Aplicações a soluções numéricas de transferência de calor e dinâmica dos fluidos, obtidas com diferenças finitas e volumes finitos sobre malhas uniformes, não-uniformes e multidimensionais.

PROGRAMA

- 1) Introdução
- 2) Erro de discretização (Eh) local com valor nodal exato
- 3) Estimativa do erro de discretização (Uh) local com valor nodal exato
- 4) Eh e Uh unidimensional em malha uniforme
- 5) Eh e Uh multidimensional em malha uniforme
- 6) Eh e Uh unidimensional em malha não-uniforme
- 7) Multiextrapolação de Richardson
- 8) Erro de iteração e sua estimativa
- 9) Erro de arredondamento e sua estimativa
- 10) Erros de dedução, programação e usuário, e suas estimativas
- 11) Incerteza de dados
- 12) Validação de soluções numéricas

METODOLOGIA

- Aulas teóricas e práticas
- Discussões sobre teoria, trabalhos e leituras complementares
- Uso dos programas computacionais Richardson 3.2, ICE e ACES
- Realização de trabalhos computacionais
- Provas teóricas
- No arquivo [Aulas_leccionadas_de_TM777_em_2010_3.pdf](#), disponível no site da disciplina, será listado o material usado em cada aula lecionada.

AValiação

O conceito de cada aluno da disciplina será constituído por:

- 30% = trabalhos computacionais individuais ou em dupla; e
- 70% = 2 provas individuais sem consulta.

BIBLIOGRAFIA

- 1) MARCHI, C. H. **Verificação de soluções numéricas unidimensionais em dinâmica dos fluidos**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2001. Tese de doutorado em Engenharia Mecânica.
- 2) Artigos e monografias disponíveis no site da disciplina.
- 3) ASME. **Standard for verification and validation in computational fluid dynamics and heat transfer**; ASME V&V 20-2009. New York: American Society of Mechanical Engineers, 2009.
- 4) KNUPP, P.; SALARI, K. **Verification of computer codes in computational science and engineering**. Boca Raton: Chapman & Hall/CRC, 2003.
- 5) ROACHE, P. J. **Verification and validation in computational science and engineering**. Albuquerque: Hermosa, 1998.
- 6) VERSTEEG, H. K.; MALALASEKERA, W. **An introduction to computational fluid dynamics, the finite volume method**. 2. ed. Harlow, England: Pearson, 2007. Cap. 10.
- 7) TANNEHILL, J. C.; ANDERSON, D. A.; PLETCHER, R. H. **Computational fluid mechanics and heat transfer**. 2. ed. Washington: Taylor & Francis, 1997. Cap. 3.
- 8) MINKOWYCZ, W. J.; SPARROW, E. M.; MURTHY, J. Y. **Handbook of numerical heat transfer**. 2 ed. Hoboken, New Jersey, USA: Wiley, 2006. Caps. 13 e 14.
- 9) BURDEN, R. L.; FAIRES, J. D. **Análise numérica**. São Paulo: Thomson, 2003.
- 10) KREYSZIG, E. **Advanced engineering mathematics**. 8. ed. New York: Wiley, 1999.
- 11) <http://www.cfd-online.com/>
- 12) www.cfd-brasil.com

PRÉ-REQUISITO

Para cursar esta disciplina supõe-se que o aluno conheça o método de diferenças finitas e/ou volumes finitos aplicados a problemas de transferência de calor e dinâmica dos fluidos.

ATENDIMENTO EXTRA-CLASSE

O professor está à disposição dos alunos para esclarecer dúvidas, pessoalmente no LENA-2, por e-mail ou por telefone.