

**AULAS LECIONADAS EM 2012/2**

Atualizado em 4 Mar 2013 às 15:35 h

Todos os arquivos citados abaixo estão disponíveis na *internet* no endereço:

<ftp://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM257/>

**Interessados sobre:**

- As atividades desenvolvidas no Grupo de CFD, propulsão e aerodinâmica de foguetes, da UFPR: ver no site da disciplina o arquivo Grupo\_CFD\_fevereiro\_2013\_v7.pdf e o site [www.cfd.ufpr.br](http://www.cfd.ufpr.br)
- Foguetes: ver o site do Grupo de foguetes da UFPR em [www.foguete.ufpr.br](http://www.foguete.ufpr.br)
- Orientação do prof. Marchi para trabalhos de Iniciação Científica, Trabalho de Fim de Curso e Mestrado: ver o arquivo temas\_para\_orientacao\_prof\_Marchi\_na\_graduacao\_novembro\_2010.pdf (1 página) no site da disciplina

**Aula 15: PLANO para 13 Mar 2013****Objetivos:**

- As atividades desenvolvidas no Grupo de CFD, propulsão e aerodinâmica de foguetes, da UFPR: ver no site da disciplina o arquivo Grupo\_CFD\_fevereiro\_2013\_v7.pdf e o site [www.cfd.ufpr.br](http://www.cfd.ufpr.br)
- Foguetes: ver o site do Grupo de foguetes da UFPR em [www.foguete.ufpr.br](http://www.foguete.ufpr.br)
- Orientação do prof. Marchi para trabalhos de Iniciação Científica, Trabalho de Fim de Curso e Mestrado: ver o arquivo temas\_para\_orientacao\_prof\_Marchi\_na\_graduacao\_novembro\_2010.pdf (1 página) no site da disciplina
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 8

Arquivos usados durante a aula: os citados acima

**Aula 14: PLANO para 6 Mar 2013****Objetivos:**

- Capítulo 11: aplicar o método de volumes finitos às equações 2D de convecção de calor e escoamento turbulento com o modelo k-ε
- Apresentar o trabalho computacional 8

Arquivos usados durante a aula:

- TM257\_CFD\_capitulo\_11\_2010\_2.pdf

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até o dia 20 Mar 2013: TC\_8\_TM257\_2012-2.pdf

**Aula 13: lecionada em 27 Fev 2013 (período: 13:29-13:54=25m; 4 alunos)****Objetivos:**

- Capítulo 10: aplicar o método de volumes finitos às equações 1D da massa e QML
- Para aplicar a teoria desta aula, usar o programa computacional PROG7\_CFD1
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 7

Arquivos usados durante a aula:

- TM257\_CFD\_capitulo\_10\_2010\_2.pdf
- prog7\_cfd1.zip

**Aula 12: lecionada em 20 Fev 2013 (período: 13:30-=: ? alunos)****Objetivos:**

- Tópico especial: método para reduzir o erro numérico (discretização).
- Apresentar o trabalho computacional 7

**Local: auditório LAME/CESEC, no primeiro andar do prédio ao lado do laboratório de Máquinas Térmicas e em frente ao bloco VI**

Esta aula consistirá na defesa da tese de doutorado de Fabiana F. Giacomini.

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até a aula do dia 6 Mar 2013: TC\_7\_TM257\_2012-2.pdf

**Aula 11: lecionada em 6 Fev 2013 (período: 13:30-13:53=23m; 9 alunos)**

Objetivos:

- Capítulo 9: aplicar o método de volumes finitos à condução de calor 1D e 0D transientes
- Para aplicar a teoria do capítulo 9 sobre condução de calor 1D transiente, usar o programa computacional PROG3\_CFD1, com:  $T_A = T_B = 0$ ;  $\alpha = 117e-6$ ;  $L = 0.1$ ;  $t_f = 20$ ;  $c_i = 1$ ; para os seguintes casos:
  - $N = M = 5$ ,  $teta = 1$
  - $N = M = 5$ ,  $teta = 0$
  - $N = M = 5$ ,  $teta = 0.5$
  - $N = 5$ ,  $M = 50$ ,  $teta = 1$
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 6

Arquivos usados durante a aula:

- TM257\_CFD\_capitulo\_9\_2010\_2.pdf
- prog3\_cfd1\_todos\_arquivos.zip

**Aula 10: lecionada em 30 Jan 2013 (período: 13:25-13:43=18m; 15 alunos)**

Objetivos:

- Capítulo 8: aplicar o método de volumes finitos às equações de advecção-difusão e Burgers 2D permanentes.
- Para aplicar a teoria desta aula sobre a equação de advecção-difusão, usar o programa computacional PROG6\_CFD1, com 13x13 volumes.
- Apresentar o trabalho computacional 6
- Teoria sobre os esquemas UDS [1ª ordem], CDS [2ª ordem] e QUICK (sem e com correção adiada) [3ª ordem] aplicados a volumes internos na equação de advecção-difusão 1D permanente.

Arquivos usados durante a aula:

- TM257\_CFD\_capitulo\_8\_2010\_1.pdf (página 1 ao fim da seção 8.6 na página 6)
- Prog6\_cfd1\_todos\_arquivos.zip
- Prog5\_CFD1\_teorias.pdf

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até a aula do dia 20 Fev 2013: TC\_6\_TM257\_2012-2.pdf

**Aula 9: lecionada em 23 Jan 2013 (período: 13:30-13:40=10m; 15 alunos)**

AVISOS:

- leia o arquivo **plano\_TM257\_2012-2\_v2.pdf** (houve alteração no plano de ensino da disciplina)
- leia o arquivo **AVISO\_PROVA\_1\_TM257b\_2012\_2.pdf** (haverá prova no dia 6 Mar 13)

Objetivos:

- Capítulo 7: aplicar o método de volumes finitos às equações 1D permanentes de advecção-difusão e Burgers.
- Para aplicar a teoria desta aula sobre a equação de advecção-difusão, usar o programa computacional PROG5\_CFD1, com ( $\alpha=0.45$ ;  $It_{max}=100$ ; e  $Tol=-1.0d-10$ ):
  - $Pe = 10$  e  $N = 10, 5, 4$  e  $3$  (alguns esquemas começam a oscilar com o aumento do  $Pe$  de malha)
  - $Pe = 20$  e  $N = 20, 10, 8$  e  $6$  (idem)
  - $Pe = 50$  e  $N = 5$  (a amplitude das oscilações aumenta com o aumento do  $Pe$  de malha)
- Para aplicar a teoria desta aula sobre a equação de Burgers, usar o programa computacional PROG9\_CFD1, com:  $N=11$ ;  $Re=10$ ;  $beta=1$ ; e  $It_{max}=100$ .
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 5

Arquivos usados durante a aula:

- TM257\_CFD\_capitulo\_7\_2010\_2.pdf (página 1 ao fim da seção 7.2.3 na página 6)
- Prog5\_CFD1\_todos\_arquivos.zip

- Prog9\_cfd1\_x32.zip

### **Aula 8: lecionada em 19 Dez 2012 (período: 13:30-13:50=20m; 0 aluno)**

#### Objetivos:

- Capítulo 6: aplicar o método de volumes finitos a um problema de difusão de QML 1D permanente.
- Usar o programa computacional PROG2\_CFD1 para aplicar a teoria do capítulo 6, com:
  - $N = 5$ ;  $R_m = 5e-2$ ;  $m_i = 1e-3$ ;  $C = -16$ ;  $L = 0.2$
  - $N = 50$ ;  $R_m = 5e-2$ ;  $m_i = 1e-3$ ;  $C = -16$ ;  $L = 0.2$
  - $N = 50$ ;  $R_m = 5e-2$ ;  $m_i = 1e-3$ ;  $C = -1$ ;  $L = 0.2$
  - $N = 50$ ;  $R_m = 5e-2$ ;  $m_i = 1e-3$ ;  $C = -160$ ;  $L = 0.2$
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 5

#### Arquivos usados durante a aula:

- TM257\_CFD\_capitulo\_6\_2010\_2.pdf (página 1 ao fim da seção 6.6 na página 5)

### **ATENÇÃO (12 Dez 2012):**

Considerando-se a baixíssima frequência às aulas, informo que adotarei uma nova metodologia nas próximas aulas: estarei à disposição dos alunos, na sala de aula, apenas para esclarecer suas dúvidas sobre a teoria da apostila e os trabalhos computacionais.

Portanto, os alunos devem estudar a teoria prevista para cada aula, antes da respectiva aula, e trazerem para a aula suas dúvidas.

### **Aula 7: lecionada em 12 Dez 2012 (período: 13:35-14:57=1h22; 3 alunos)**

#### Objetivo:

- Capítulo 5: aplicar o método de volumes finitos a um problema de condução de calor 2D permanente com geração de calor.
- Apresentar o trabalho computacional 5
- Usar o programa computacional PROG3\_CFD para simular o problema do trabalho computacional 5 de 2012/1:
  - com  $7 \times 7$ ,  $I=100$  e  $500$  ( $res=5e-17$ ;  $CPU=0$  s;  $L1=4.4e-3$ );
  - com  $23 \times 23$ ,  $I=500$  e  $5$  mil ( $res=0$ ;  $CPU=0.11$  s;  $L1=2.9e-4$ );
  - com  $103 \times 103$ ,  $I=5$  mil e  $50$  mil ( $res=0$ ;  $CPU=22$  s;  $L1=1.3e-5$ );
- Receber o trabalho computacional 4

#### Arquivos usados durante a aula:

- TM257\_CFD\_capitulo\_5\_2010\_1.pdf (página 1 ao fim da seção 5.7 na página 7)

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até a aula do dia 29 Jan 2013: TC\_5\_TM257\_2012-2.pdf

### **Aula 6: lecionada em 5 Dez 2012 (período: 13:30-14:41=1h11; 7 alunos)**

#### Objetivos:

- Capítulo 4: aplicar o método de volumes finitos a dois problemas de condução de calor 1D permanente com área variável de troca de calor.
- Devolver o trabalho computacional 3
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 4

#### Arquivos usados durante a aula:

- TM257\_CFD\_capitulo\_4\_2010\_1.pdf (página 1 ao fim da seção 4.2.5 na página 8)

### **Aula 5: lecionada em 28 Nov 2012 (período: 13:33-15:16=1h43; 7 alunos)**

#### Objetivos:

- Capítulo 3: teoria sobre erros de iteração, arredondamento e outros.
- Apresentar o trabalho computacional 4
- Usar o programa computacional PROG4\_CFD para simular o problema do trabalho computacional 2 de 2011/2 com:
  - $I=20$  para mostrar que aparentemente foi atingido o erro de máquina; e

- $I=50$  para mostrar que atende ao procedimento recomendado para erros de iteração.
- $N=500$  e  $I=50$  e  $100$  para mostrar um caso prático em que o erro de máquina é oscilante.
- Devolver o trabalho computacional 2
- Receber o trabalho computacional 3

Arquivos usados durante a aula:

- TM257\_CFD\_capitulo\_3\_2010\_2.pdf (página 7-seção 3.4 ao fim do cap. na página 11-seção 3.8)
- prog4\_cfd\_aula.zip

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até 12 Dez 2012: TC\_4\_TM257\_2012-2.pdf

#### **Aula 4: lecionada em 21 Nov 2012 (período: 13:30-15:13=1h43; 13 alunos)**

Objetivos:

- Capítulo 3: teoria sobre verificação e validação em CFD e erro de discretização.
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 3
- Devolver o trabalho computacional 1
- Receber o trabalho computacional 2

Arquivos usados durante a aula:

- TM257\_CFD\_capitulo\_3\_2010\_2.pdf (página 1 ao fim da seção 3.3.5 na página 6)

#### **Aula 3: lecionada em 14 Nov 2012 (período: 13:31-15:18=1h47; 15 alunos)**

Objetivos:

- Capítulo 2: aplicar o método de volumes finitos a um problema de condução de calor 1D permanente com área constante de troca de calor.
- Apresentar o trabalho computacional 3
- Usar o programa computacional PROG1\_CFD para simular o problema do trabalho computacional 1 de 2011/2 com  $N=5$  ( $E_h=-0.625$ ) e  $N=50$  ( $E_h=-0.00625$ );  $E_h$  cai 100X com a redução de  $\Delta x$  em 10X.
- Usar o programa computacional PROG1\_CFD para simular os exemplos 4.1 e 4.2 do livro do Versteeg.
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 2
- Receber o trabalho computacional 1

Arquivos usados durante a aula:

- TM257\_CFD\_capitulo\_2\_2010\_1.pdf (Fig. 2.5 até o fim do cap. na página 10-seção 2.9)
- prog1\_cfd\_dados\_TC\_3\_TM-257\_CFD\_2010\_1.zip
- Versteeg\_2007\_p\_118-125.pdf

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até a aula do dia 28 Nov 2012: TC\_3\_TM257\_2012-2.pdf

#### **Aula 2: lecionada em 7 Nov 2012 (período: 13:30-15:17=1h47; 18 alunos)**

Objetivos:

- Teoria sobre o método TDMA para resolver matrizes tridiagonais.
- Apresentar o trabalho computacional 2
- Capítulo 2: aplicar o método de volumes finitos a um problema de condução de calor 1D permanente com área constante de troca de calor.
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho computacional 1

Arquivos usados durante a aula:

- TDMA.pdf
- TC\_2\_TM257\_2012-2.pdf
- TM257\_CFD\_capitulo\_2\_2010\_1.pdf (página 1 até Eq. 2.27 na página 7)

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até a aula do dia 21 Nov 2012: TC\_2\_TM257\_2012-2.pdf

#### **Aula 1: lecionada em 31 Out 2012 (período: 13:35-15:16=1h41; 15 alunos)**

Objetivos:

- Apresentar o edital sobre a forma de comunicação com os alunos
- Introdução a CFD
- Apresentar o plano de ensino da disciplina

- Apresentar o trabalho computacional 1

Arquivos usados durante a aula:

- edital\_ftp\_TM257\_2012-2.pdf
- Introducao\_CFD\_2012-1.pdf
- plano\_TM257\_2012-2.pdf
- TC\_1\_TM257\_2012-2.pdf

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até a aula do dia 14 Nov 2012: TC\_1\_TM257\_2012-2.pdf

Tarefa (sem valer nota) - ler os arquivos:

- TM257\_CFD\_capitulo\_1\_2010\_2.pdf
- carta\_Gustavo\_Halila\_Dez\_2011.pdf
- exemplo\_trocador\_de\_calor.pdf (exemplo do uso de CFD em um trocador de calor)
- Johnson\_et\_al\_2005.pdf (artigo que descreve o uso de CFD na Boeing)
- Mavriplis\_et\_al\_2007.pdf (artigo que mostra o estado-da-arte de CFD em aerodinâmica)