

AULAS LECIONADAS EM 2014/2

Atualizado em 25 Set 2014 às 8:15 h

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

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

ATENÇÃO: para não reprovar por frequência nessa disciplina, cada aluno poderá faltar no máximo 6 dias de aulas.

Interessados sobre:

- As atividades desenvolvidas no grupo de pesquisa em *CFD, propulsão e aerodinâmica de foguetes*, da UFPR: ver no site da disciplina o arquivo Grupo_CFD_fevereiro_2014_v8.pdf e o site www.cfd.ufpr.br
- Foguetes: ver o site do grupo de foguetes da UFPR em www.foguete.ufpr.br e o blog <http://fogueteufpr.blogspot.com.br/>
- Orientação do prof. Marchi para trabalho de Iniciação Científica, Trabalho de Fim de Curso, Mestrado e Doutorado: ver o arquivo temas_para_orientacao_prof_Marchi_setembro_2013.pdf no site da disciplina

Aula 24: PLANO para 14 Out 2014

Objetivo: segunda prova sobre os capítulos 5 a 12 do programa da disciplina

Horário da prova: 13:00 às 15:20 horas

Aula 23: PLANO para 26 Set 2014

Objetivos:

- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho 5
- Teoria sobre validação de soluções numéricas em CFD [Extrato_norma_ASME_VeV_20-2009.pdf]
- Exemplos práticos relacionados à verificação e validação de soluções numéricas em CFD:
 - Extrato_TG_Jeremie_2006.pdf
 - Extrato_relatorio_3_projeto_CFD5.pdf
 - Bertoldo_Marchi_Cone_v3_preprint_2014.pdf

Leituras complementares:

- Capítulo 10 de Versteeg e Malalasekera (2007)
- Seção 11.1 de Ferziger e Peric (2002)

CONVITE: no dia **24 Set 2014, às 13:30 h, no auditório do prédio da administração**, ocorrerá a defesa de doutorado do trabalho ***Otimização da geometria da seção divergente de tubearias de motores-foguete***, de Jonas Joacir Radtke. Todos estão convidados a participar.

Aula 22: lecionada em 23 Set 2014 (13:36-15:26=1h50; 7 alunos)

Objetivos:

- Teoria e procedimentos recomendados para detectar erros de outra natureza em CFD [outros_errores.pdf]
- Editorial da ASME Journal of Fluids Engineering (1993) [Freitas_1993.pdf]
- Mostrar exemplo do aplicativo Richardson 4.0 [relatorio_1_Cd_UDS_Mach2D_Jonas.pdf], que está disponível em ftp://ftp.demec.ufpr.br/CFD/projetos/cfd18/Richardson_4p0_completo/

Tarefa (valendo nota) para entregar até o dia 7 Out 2014: Trabalho_5_TM777_2014_2.pdf

Leituras recomendadas:

- Teoria sobre soluções numéricas coerentes [tese_Marchi_2001.pdf: capítulo 20]; e executar o exemplo do aplicativo ACES 1.0 (soluções numéricas coerentes)
- Estimacao_errores_discretizacao_protocolo_1p1.pdf

Aula 21: lecionada em 19 Set 2014 (13:30-15:20=1h50; 7 alunos)**Objetivos:**

- Teoria sobre erros de arredondamento em CFD [Notas_de_aula_Epi.pdf]
- Método para estimar e reduzir os erros de arredondamento [estimacao_e_reducao_de_Epi.pdf]
- Como verificar na prática a precisão dos cálculos em Excel [excel_exemplo.xlsx], Maple [maple_T.txt] e Fortran [precisao_Fortran.pdf]
- Exemplos dos efeitos do erro de arredondamento em CFD [Figura_4.pdf; e efeito_precisao_nos_processador_compilador_Diego.pdf]

Aula 20: lecionada em 16 Set 2014 (13:35-15:25=1h50; 8 alunos)**Objetivos:**

- Teoria básica sobre erros de iteração [Erros_de_Iteracao_Teorias_basica.pdf; e TM701_CFD1_capitulo_3_2010_2.pdf (página 15 a 21)]
- Mostrar aplicações de 3 tipos de estimadores do erro de iteração [2003_Martins_Marchi_CILAMCE_2003.pdf; e aplicativo ICE]

CONVITE: no dia **15 Set 2014, às 13:30 h, no auditório da Administração**, ocorrerá a defesa de doutorado do trabalho ***Avaliação do efeito da geometria da seção convergente em tuberias de motor-foguete***, de Eduardo Matos Germer. Todos estão convidados a participar.

Aula 19: lecionada em 12 Set 2014 (13:32-15:22=1h50; 9 alunos)**Objetivos:**

- Mostrar o efeito de algumas aproximações numéricas sobre MER [2009_Marchi_Germer_CILAMCE_2009.pdf]
- Tipos de variáveis com MER [2013_Martins_Marchi_Novak_Pinto_Araki_Goncalves_CMAC-SE_2013.pdf]
- Estimadores de erro de discretização para MER [2014_Martins_Marchi_Araki_Pinto_CMAC-SU_2014.pdf]
- Mostrar o efeito de malhas quadradas e triangulares sobre MER [2013_Marchi_Araki_Alves_Suero_Goncalves_Pinto_AMM.pdf]
- Mostrar o efeito da razão de refino de malhas sobre MER [Giacomini_Marchi_CNMAC_2014_v3.pdf]
- Mostrar o efeito de MER sobre campos [2013_Giacomini_Marchi_Santiago_CMAC-SE_2013.pdf]

Aula 18: lecionada em 9 Set 2014 (13:31-15:27=1h56; 9 alunos)**Objetivos:**

- Mostrar o efeito da malha sobre a ordem efetiva do erro de discretização em um problema 1D de advecção-difusão resolvido com diferenças finitas [tese_Marchi_2001.pdf: capítulo 19]
- Alguns tipos de refino de malhas 1D não uniformes de volumes finitos e seus erros truncamento de aproximações numéricas para termos advectivos e difusivos [2000_Marchi_Silva_SIMMEC_2000.pdf]
- Teoria sobre multiextrapolação de Richardson (MER) [Teoria_multiextrapolacao_Richardson.pdf]
- Explicar novas variáveis do programa Richardson 3.2, relacionadas a MER, com o exemplo do programa Peclet 1Dp 1.3 (26 malhas)
- Mostrar o efeito de alguns parâmetros sobre MER [2013_Marchi_Novak_Santiago_Vargas_AMM.pdf]

Aula 17: lecionada em 5 Set 2014 (13:32-15:27=1h55; 8 alunos)**Objetivos:**

- Erros de poluição e de truncamento em malhas não-uniformes 1D de aproximações numéricas de diferenças finitas para as derivadas de primeira e segunda ordens e média da variável primária [tese_Marchi_2001.pdf: página 215 e capítulo 14]

- Tipos de refino de malhas não-uniformes de diferenças finitas [tese_Marchi_2001.pdf: capítulo 15]
- Aplicar a teoria já vista sobre a advecção permanente de um escalar com fonte [tese_Marchi_2001.pdf: capítulo 16]
- Efeito do número de refinamentos em malhas PG [tese_Marchi_2001.pdf: tabela 17.6 e texto pertinente nas páginas 249 e 250]
- Aplicar a teoria já vista sobre a difusão permanente de um escalar com fonte [tese_Marchi_2001.pdf: capítulo 18]

Aula 16: lecionada em 2 Set 2014 (13:30-15:30=2h; 8 alunos)

Objetivo: defesa de doutorado do trabalho **Otimização aerodinâmica de Newton com base nas equações de Navier-Stokes**, de Guilherme Bertoldo

Horário: 13:30 h

LOCAL: [salão nobre do Setor de Tecnologia](#)

Aula 15: lecionada em 29 Ago 2014 (13:30-15:20=1h50; 9 alunos)

Objetivos:

- Verificar o efeito de normas de vetores sobre a análise de erros de discretização [2013_Martins_Marchi_Pinto_Araki_Goncalves_Grossi_Guardia_CMACE-SE_2013.pdf]
- Teoria e exemplos de estimativa de erro de discretização em problemas multidimensionais [2005_Marchi_Silva_JBSMSE.pdf]

Aula 14: lecionada em 26 Ago 2014 (12:57-14:41=1h44; 8 alunos)

Objetivo: primeira prova sobre os capítulos 1 a 4 do programa da disciplina

Horário da prova: 13:00 às 15:20 horas

Aula 13: lecionada em 22 Ago 2014 (13:30-15:30=2h; 9 alunos)

Objetivos:

- Entrega do trabalho 4
- Aplicar a teoria já vista sobre a difusão permanente de um escalar com fonte
- Aplicar a teoria já vista sobre a advecção-difusão permanente de um escalar
- Verificar o efeito do número de Peclet/Reynolds e de correção adiada sobre erros e suas ordens das equações de advecção-difusão e Burgers 1D permanentes

Arquivos usados durante a aula:

- tese_Marchi_2001.pdf: páginas 192 a 198 do capítulo 12 (até a seção 12.6)
- tese_Marchi_2001.pdf: páginas 200 a 209 do capítulo 13 (até a seção 13.3)
- 2009_Marchi_Germer_CILAMCE_2009.pdf
- 2014_Marchi_Alves_JACM.pdf

Aula 12: lecionada em 19 Ago 2014 (13:31-15:22=1h51; 9 alunos)

Objetivos:

- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho 4
- Aplicar a teoria já vista sobre a advecção permanente de um escalar com fonte
- Aplicar a teoria já vista sobre a difusão permanente de um escalar com fonte

Arquivos usados durante a aula:

- tese_Marchi_2001.pdf: páginas 136 a 156 do capítulo 8 (até a seção 8.7)
- tese_Marchi_2001.pdf: páginas 185 a 191 do capítulo 12

Aula 11: lecionada em 15 Ago 2014 (13:30-15:18=1h48; 8 alunos)

Objetivos:

- Condições suficientes para U confiável no intervalo convergente de pU
- Resumo da teoria já vista
- Apresentar o trabalho 4

- Erros de poluição e de discretização em malhas uniformes 1D de aproximações numéricas para as derivadas de primeira e segunda ordens
- Erro de truncamento de variáveis secundárias

Arquivos usados durante a aula:

- tese_Marchi_2001.pdf: seções 6.1 a 6.3
- tese_Marchi_2001.pdf: seções I.1 e I.2
- tese_Marchi_2001.pdf: página 126 e capítulo 7
- erro_variaveis_secundarias.pdf

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até a aula do dia 22 Ago 2014: Trabalho_4_TM777_2014_2.pdf

12 Ago 2014: não houve aula por problema de saúde do prof.

Aula 10: lecionada em 8 Ago 2014 (13:31-15:30=1h59; 8 alunos)

Objetivos:

- Solução numérica convergente e sua incerteza.
- Teoria básica do programa Richardson 3.0.

Arquivos usados durante a aula:

- tese_Marchi_2001.pdf: seção 5.3
- Teoria_basica_aplicativo_Richardson.pdf
- Richardson_3p0_variaveis.f90

Aula 9: lecionada em 5 Ago 2014 (13:30-15:27=1h57; 8 alunos)

Objetivos:

- Entrega do trabalho 3
- Ver o cálculo da ordem aparente da estimativa do erro de discretização com base em uma solução numérica, e ver exemplos.
- Aplicativo Richardson 3.2: mostrar exemplo para destacar Uri, Ubi, Utri, Ud, Ugci e pU sem solução analítica.
- Definir intervalo de convergência da ordem aparente.
- Definir a série de Richardson.
- Envoltentes da solução analítica e do erro de discretização.

Arquivos usados durante a aula:

- pU_1_malha.pdf
- Richardson_3p2_32_bits.zip
- tese_Marchi_2001.pdf: seção 5.1
- 2002_Marchi_Silva_NHT_B.pdf (páginas 177 e 178)
- tese_Marchi_2001.pdf: seção 5.2

Aula 8: lecionada em 1º Ago 2014 (13:45-15:35=1h50; 9 alunos)

Objetivos:

- Ver exemplos de aplicação dos estimadores de erro de discretização Richardson, Delta, GCI, bicoeficiente e tricoeficiente.
- Aplicativo Richardson 3.0: esclarecer dúvidas sobre o exercício da aula 6 referente à aproximação DDS-1 para a derivada de primeira ordem da seção 2.9 da tese.
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho 3
- Definir ordem aparente da estimativa do erro de discretização, ver seu cálculo com base em três soluções numéricas, e ver exemplos.
- Aplicativo Richardson 3.2: mostrar exemplo para destacar Uri, Ubi, Utri, Ud, Ugci e pU com solução analítica.

Arquivos usados durante a aula:

- tese_Marchi_2001.pdf: seção 3.6
- Richardson_3p0.zip

- tese_Marchi_2001.pdf: seções 4.2 e 4.3
- Richardson_3p2_32_bits.zip

Aula 7: lecionada em 29 Jul 2014 (13:30-15:32=2h2; 10 alunos)

Objetivos:

- Definir estimativa do erro de discretização de uma variável de interesse e a sua equação geral
- Definir efetividade, confiabilidade e acuracidade de uma estimativa do erro de discretização
- Definir os estimadores de erro de discretização Richardson, Delta, GCI, bicoeficiente, tricoeficiente e multicoeficiente.
- Apresentar o trabalho 3
- Entrega do trabalho 2

Arquivos usados durante a aula:

- tese_Marchi_2001.pdf: equação 3.3 e texto pertinente
- tese_Marchi_2001.pdf: seções 3.1 a 3.5

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até a aula do dia 5 Ago 2014: Trabalho_3_TM777_2014_2.pdf

Aula 6: lecionada em 25 Jul 2014 (13:35-15:31=1h56; 10 alunos)

Objetivos:

- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho 2
- Aplicativo Richardson 3.0: leia-me; mostrar padrões de arquivos de dados; executar exemplo de UDS-1 para a derivada de primeira ordem da seção 2.9 da tese, com pL e dpL certos e errados.
- Aplicativo Richardson 3.0: executar 4 exemplos da seção 2.9 da tese para a derivada de primeira ordem da seção 2.9 da tese.

Arquivos usados durante a aula:

- Richardson_3p0.zip
- Exemplos_Richardson_3p0.pdf

Tarefa (**sem valer nota**): preparar os arquivos necessários e usar o aplicativo Richardson 3.0 na análise da aproximação DDS-1 para a derivada de primeira ordem da seção 2.9 da tese com 11 malhas

Aula 5: lecionada em 22 Jul 2014 (13:30-15:30=2h; 10 alunos)

Objetivos:

- Definir erro de discretização de uma variável de interesse e a sua equação geral
- Definir ordem efetiva do erro de discretização, equação para seu cálculo com base em uma e duas soluções numéricas, prever os valores possíveis, e exemplos.
- Aplicativo Richardson 3.0: transferir e mostrar padrões de arquivos de dados
- Apresentar o trabalho 2

Arquivos usados durante a aula:

- tese_Marchi_2001.pdf: equações 3.1 e 3.2, e texto pertinente
- tese_Marchi_2001.pdf: seções 4.1 e 4.3
- Richardson_3p0.zip
- Exemplos_Richardson_3p0.pdf

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até a aula do dia 29 Jul 2014: Trabalho_2_TM777_2014_2.pdf

Aula 4: lecionada em 18 Jul 2014 (13:36-15:18=1h42; 9 alunos)

Objetivos:

- Apresentar conceitos básicos
- Deduzir o erro de truncamento (ϵ) e suas ordens verdadeiras de algumas aproximações numéricas usadas com o método de volumes finitos para a variável dependente e sua derivada de 1ª ordem
- Deduzir o erro de truncamento (ϵ) e suas ordens verdadeiras da integral do tipo retângulo com o método de volumes finitos

Arquivos usados durante a aula:

- tese_Marchi_2001.pdf: seções 1.6 (após equação 1.16) a 1.7.2 (exceto a 1.6.5)

- Aproximacoes_erros_Volumes_Finitos.pdf
- erro_integral_retangulo.pdf

Aula 3: lecionada em 15 Jul 2014 (13:35-15:29=1h54; 10 alunos)

Objetivos:

- Entrega do trabalho 1
- Definir erros estimados
- Apresentar motivações para o estudo de Verificação e Validação em CFD
- Apresentar conceitos básicos

Arquivos usados durante a aula:

- TM701_CFD1_capitulo_3_2010_2.pdf: seção 3.2
- tese_Marchi_2001.pdf: seções 1.2 a 1.6 (equação 1.16)

Aula 2: lecionada em 13 Jun 2014 (13:38-15:39=2h1; 8 alunos)

Objetivos:

- Deduzir o erro de truncamento (ϵ) e suas ordens verdadeiras da integral do tipo trapézio com o método de diferenças finitas
- Apresentar exemplos de cálculo de aproximações numéricas e seus erros de truncamento com o método de diferenças finitas
- Definir erros verdadeiros
- Esclarecer dúvidas sobre o trabalho 1

Arquivos usados durante a aula:

- erro_integral_trapezio.pdf
- IMC_cap_02.pdf: Tabela 2.1
- tese_Marchi_2001.pdf: seções 2.9 e 2.10
- TM701_CFD1_capitulo_3_2010_2.pdf: seção 3.1

Aula 1: lecionada em 10 Jun 2014 (13:35-15:30=1h55; 9 alunos)

Objetivos:

- Apresentar o plano de ensino da disciplina
- Comentar história breve de VeV-CFD
- Deduzir o erro de truncamento (ϵ) e suas ordens verdadeiras de algumas aproximações numéricas usadas com o método de diferenças finitas para derivadas de 1^a e 2^a ordens
- Apresentar o trabalho 1

Arquivos usados durante a aula:

- edital_ftp_TM777_VeV-CFD_2014_2.pdf
- plano_TM777_VeV-CFD_2014_2.pdf
- tese_Marchi_2001.pdf: capítulo 2 até a seção 2.7
- IMC_cap_02.pdf: seções 2.1 e 2.2, Figura 2.2, seções 2.3.5, 2.3.6 e 2.4.2

Tarefa (**valendo nota**) para entregar até a aula do dia 15 Jul 2014: Trabalho_1_TM777_2014_2.pdf