**PLANO DE ENSINO**

MEC/SETEC

Pró-reitoria de Ensino

**INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE - CAMPUS SAPUCAIA DO SUL**

Curso: Bacharelado em Engenharia Mecânica

Disciplina: Transferência de Calor e Mecânica dos Fluidos Computacional

Turma: 8E

Professor(a): João Antônio Pinto de Oliveira (japo@sapucaia.ifsul.edu.br e Mauro César Rabuski Garcia (maurogarcia@sapucaia.ifsul.edu.br)

Carga horária total: 80 horas aula / 60 horas; Horário de atendimento: terças 16:45 – 17:30h e quartas 16:00 – 17:30

Ano/semestre: 2018 - Primeiro semestre

|  |
| --- |
| **1. EMENTA:** Estudo de transferência de calor e mecânica dos fluidos computacional. Análise dos métodos de discretização de equações diferenciais. Estudo dos problemas difusivos e dos problemas difusivo-advectivo com campos de velocidades conhecidos. Análise das funções de interpolação das variáveis nas faces dos volumes de controle. Determinação dos campos de velocidade. Estudo dos algoritmos de acoplamento pressão-velocidade. Aplicações do método de volumes finitos e estudo de casos disponíveis em literatura científica. |

|  |
| --- |
| **2. OBJETIVOS:** Compreender a metodologia de simulação numérica em mecânica dos fluidos e transferência de calor.Aplicar o método dos volumes finitos na análise e solução de problemas de transferência de calor e mecânica dos fluidos com o uso de um software de mecânica dos fluidos e transferência de calor computacional. |

|  |
| --- |
| **3. CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS:**  UNIDADE I – Aspectos matemáticos das equações de conservação.  1.1 Equações Governantes do escoamento de fluidos e de transferência de calor.  1.2 Equações de estado.  1.3 Equações de Navier-Stokes para um fluido Newtoniano.  1.4 Forma conservativa das equações governantes do escoamento de fluidos.  1.5 Forma diferencial e integral das equações de transporte gerais.  1.6 Classificação do comportamento físico.  1.7 Condições de contorno.  1.8 Método de classificação de equações diferenciais parciais simples.  1.9 Classificação das equações de escoamento de fluidos.  UNIDADE II – Métodos de discretização das equações diferenciais  2.1 Métodos de diferenças finitas.  2.2 Métodos de volumes finitos.  2.3 Métodos de elementos finitos.  UNIDADE III – Métodos de solução dos sistemas de equações algébricas resultantes do processo de discretização.  3.1 Solução de sistemas lineares de equações algébricas.  3.2 Solução de sistemas não-lineares de equações algébricas.  UNIDADE IV – Problemas difusivos.  4.1Difusão unidimensional em estado estacionário.  4.2Problemas de difusão bidimensional  4.3Problemas de difusão tridimensional  UNIDADE V - Problemas advectivos-difusivos em campos de velocidade conhecidos.  5.1 Propriedades de esquemas de discretização.  5.2 Esquemas de interpolação (diferenças centrais, *upwind,* híbrido. lei da potência, QUICK)  5.3 Esquemas TVD  UNIDADE VI – Algoritmos de acoplamento pressão-velocidade.  6.1 Algoritmo SIMPLE.  6.2 Algoritmo PISO.  UNIDADE VI I – Escoamentos transientes  7.1 Condução de calor transiente unidimensional.  7.2 Método implícito para escoamentos bidimensionais e tridimensionais.  7.3 Discretização de equação transiente para problemas advectivos - difusivos.  7.4 Procedimento de solução de problemas transientes advectivos – difusivos.  UNIDADE VIII – Aplicações e estudo de artigos científicos onde foi aplicado o método de volumes finitos. |

**4. PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS:**

As aulas serão desenvolvidas em laboratório de informática, de forma expositiva e dialogada. Os alunos utilizarão software para analisar e resolver problemas de transferência de calor e mecânica dos fluidos.

Recursos**:** quadro (lousa), projetor multimídia e computador.

# 5. PROCEDIMENTOS E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO:

Os alunos serão avaliados através de trabalhos realizados durante as aulas práticas.

Uma reavaliação no final do semestre para alunos que não obtiveram média 6,0. O conteúdo total da disciplina será avaliado nesta reavaliação.

\* O aluno terá direito a recuperar **uma** prova, **não realizada**, na última **semana de aula** do semestre vigente com **conteúdo cumulativo** e peso **correspondente** a avaliação perdida pelo aluno.

**Observação:** Demais ausências deverão ser justificadas na CORAC no **prazo de até 02 (dois) dias úteis após a data de término da ausência.**  Pedidos posteriores a este prazo não serão considerados.

***Legislação – Justificativa da Falta***

- *Decreto-Lei 715-69* - relativo à prestação do Serviço Militar (Exército, Marinha e Aeronáutica).

- *Lei 9.615/98* - participação do aluno em competições esportivas institucionais de cunho oficial representando o País.

- *Lei 5.869/79* - convocação para audiência judicial.

***Legislação – Ausência Autorizada (Exercícios Domiciliares)***

- *Decreto-Lei 1,044/69* - dispõe sobre tratamento excepcional para os alunos portadores de afecções que indica.

- *Lei 6.202/75* - amparo a gestação, parto ou puerpério.

- *Decreto-Lei 57.654/66* - lei do Serviço Militar (período longo de afastamento).

- *Lei 10.412* - às mães adotivas em licença-maternidade.

# 6.Bibliografia básica:

MALISKA, C.R. **Transferência de Calor e Mecânica dos Fluidos Computacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S.A., 2004.

VERSTEEG, H. K.; MALALASEKERA, W. **An introduction to Computational Fluid Dynamic**. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2007.

LAGE, P.L.C.; PINTO, J. C. **Métodos Numéricos em Problemas de Engenharia Química**. 1. ed. Rio de Janeiro: e-Papers Serviços Editoriais Ltda,. 2001.

**7.Bibliografia complementar:**

FERZIGER, J.H.; PÈRIC, M. **Computational Methods for Fluid Dynamics**. 3. ed. Berlin-New York: Springer Verlag, 1997.

WENDT, J.F. **Computational Fluid Dynamics, an introduction**. 2. ed. Berlin-New York: Springer Verlag, 2009.

JASAK, H**. Error Analysis and Estimation for the Finite Volume Method with Applications toFluid Flows**, London: PhD thesis, Imperial College of Science, Technology and Medicine, 1996.

BORTOLI, A.L. **Introdução à dinâmica de fluidos computacional.** 1. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2000.

BIRD, R.B.; STEWART, W. E.; LIGHTFOOT, E. N. **Fenômenos de Transporte**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S.A., 2004.

**CRONOGRAMA**

MEC/SETEC

Pró-reitoria de Ensino

**INSTITUTO FEDERAL SUL-RIO-GRANDENSE - CAMPUS SAPUCAIA DO SUL**

Curso: Bacharelado em Engenharia Mecânica

Disciplina: Transferência de Calor e Mecânica dos Fluidos Computacional

Turma: 8E

Professor(a): João Antônio Pinto de Oliveira (japo@sapucaia.ifsul.edu.br e Mauro César Rabuski Garcia (maurogarcia@sapucaia.ifsul.edu.br)

Carga horária total: 80 horas aula / 60 horas;

Atendimento: segundas 18:15 – 19:45; quintas 18:15 – 19:45 e terças 15:00 – 16:45.

Ano/semestre: 2018 - Primeiro semestre

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Aula | Data | Conteúdo Programático |
| 1 | 21/2 | Introdução à disciplina de CFD |
| 2 | 27/2 | Aspectos matemáticos das equações de conservação |
| 3 | 28/2 | Métodos de discretização das equações diferenciais |
| 4 | 6/3 | Métodos de discretização das equações diferenciais – volumes finitos |
| 5 | 7/3 | Métodos de solução dos sistemas de equações algébricas resultantes do processo de discretização |
| 6 | 13/3 | Problemas difusivos e advectivos-difusivos |
| 7 | 14/3 | Algoritmos de acoplamento pressão-velocidade. |
| 8 | 20/3 | Escoamentos transientes |
| 9 | 21/3 | Treinamento no software (OpenFoam) - icoFoam – rodar o cavity – controlDict (cD) |
| 10 | 27/3 | Treinamento no software (OpenFoam) - icoFoam – alterar velocidades – número de Courant – cD –quantidade de pastas de armazenamento, reiniciar simulação interrompida |
| 11 | 28/3 | Treinamento no software (OpenFoam) - icoFoam – alterar propriedades (arquivo transportProperties - cD |
| 12 | 3/4 | Treinamento no software (OpenFoam) - icoFoam - estudo de convergência de malha |
| 13 | 4/4 | Treinamento no software (OpenFoam) - icoFoam – alterar geometria |
| 14 | 10/4 | Treinamento no software (OpenFoam) - icoFoam – caso elbow (importação de malhas) - revisão |
| 15 | 11/4 | Prática em CFD – gerar e rodar um caso no Openfoam |
| 16 | 17/4 | Prática em CFD – gerar e rodar um caso no Openfoam |
| 17 | 18/4 | Prática em CFD – gerar e rodar um caso no Openfoam |
| 18 | 24/4 | Prática em CFD – gerar e rodar um caso no Openfoam |
| 19 | 25/4 | Prática em CFD – gerar e rodar um caso no Openfoam |
| 20 | 2/5 | Prática em CFD – gerar e rodar um caso no Openfoam |
| 21 | 8/5 | Prática em CFD – Entrega do trabalho |
| 22 | 15/5 | Semana Acadêmica Engenharia |
| 23 | 16/5 | Semana Acadêmica Engenharia |
| 24 | 22/5 | Aplicações em CFD utilizando o ANSYS |
| 25 | 23/5 | Aplicações em CFD utilizando o ANSYS |
| 26 | 26/5 | Sábado letivo - proficiência |
| 27 | 29/5 | Aplicações em CFD utilizando o ANSYS |
| 28 | 30/5 | Aplicações em CFD utilizando o ANSYS |
| 29 | 5/6 | Aplicações em CFD utilizando o ANSYS |
| 30 | 6/6 | Aplicações em CFD utilizando o ANSYS |
| 31 | 12/6 | Aplicações em CFD utilizando o ANSYS |
| 32 | 13/6 | Aplicações em CFD utilizando o ANSYS |
| 33 | 19/6 | Aplicações em CFD utilizando o ANSYS |
| 34 | 20/6 | Aplicações em CFD utilizando o ANSYS |
| 35 | 26/6 | Aplicações em CFD utilizando o ANSYS |
| 36 | 27/6 | Aplicações em CFD utilizando o ANSYS |
| 37 | 3/7 | Aplicações em CFD utilizando o ANSYS |
| 38 | 4/7 | Aplicações em CFD utilizando o ANSYS |
| 39 | 10/7 | Avaliação |
| 40 | 11/7 | Revaliação |

Obs.: Cada aula corresponde a 2 períodos.