



### PLANO DE ENSINO

<b>Disciplina</b>	ENM0160 – Métodos Numéricos em Termofluidos – Turma 01
<b>Cursos</b>	Engenharias
<b>Professor</b>	Adriano Possebon Rosa (aprosa@unb.br)
<b>Semestre</b>	
<b>Pré-requisitos</b>	Disciplina sem pré-requisitos. Recomenda-se que o aluno tenha cursado Mecânica dos Fluidos 1 ou Transferência de Calor ou Fenômenos de Transporte ou Transporte de Calor e Massa.
<b>Horário de aulas</b>	Segunda-feira, das 14h às 17h50.
<b>Local</b>	FT.
<b>Atendimento aos alunos</b>	Terça-feira, das 16h às 18h, na sala do professor (bloco G, G1-28/21) ou por e-mail
<b>Objetivos da Disciplina</b>	Introduzir conhecimentos sobre simulação numérica, com foco nas equações do calor, da advecção e de Navier-Stokes, usando o método de diferenças finitas.
<b>Metodologia de Ensino</b>	As aulas serão expositivas, presenciais e divididas entre uma parte teórica e uma parte prática. A avaliação dos discentes será feita por meio de trabalhos ao longo do curso.
<b>Programa</b>	<p><b>Unidade 0: Introdução.</b> Linguagens de Programação; Programação Numérica; Algoritmos Numéricos e Erros; Principais Comandos no Python.</p> <p><b>Unidade 1: Equações Não Lineares.</b> Método da Bissecção; Método do Ponto Fixo; Método de Newton; Convergência de Métodos Iterativos; Análise de Erro.</p> <p><b>Unidade 2: Equações Diferenciais Ordinárias.</b> Introdução; Tipos de Problemas; Série de Taylor; Diferenças Finitas; Método de Euler Explícito e Implícito; Consistência, Ordem, Estabilidade e Convergência; Métodos de Runge-Kutta.</p> <p><b>Unidade 3: Equação do Calor.</b> Dedução; Método das Diferenças Finitas; Discretização; Métodos Explícito e Implícito; Solução Permanente e Transiente; Problema Unidimensional; Problema Bidimensional; Condições de Contorno; Ghost Points; Estabilidade.</p> <p><b>Unidade 4: Sistemas de Equações Algébricas Lineares.</b> Propriedades das Matrizes; Matrizes Especiais; Definições; Métodos de Solução Diretos; Métodos Iterativos: Jacobi, Gauss-Seidel, SOR, Gradiente Conjugado.</p> <p><b>Unidade 5: Equação da Advecção.</b> Equação; Aplicações; Métodos de Discretização; Upwind; Análise de Von Neumann; Condição de CFL.</p> <p><b>Unidade 6: Mecânica dos Fluidos.</b> Equações Governantes; Escoamento Incompressível; Adimensionalização; Discretização das Equações; Método da Projeção; Malha Defasada; Problema da Cavidade Cisalhante; Condições de Contorno; Implementação.</p> <p><b>Unidade 7: Tópicos Complementares.</b> Problema de Convecção Natural; Entrada e Saída de Fluido; Problema do Degrau; Método de Projeção de Primeira Ordem Implícito; Método de Projeção de Segunda Ordem; Cálculo de Ordem do Método; Teste de Convergência de Malha; Erros de Arredondamento.</p>
<b>Critério de Avaliação</b>	<b>Serão 2 tipos de atividades avaliativas:</b> Trabalhos e Artigo Científico. Todas as atividades serão avaliadas separadamente, com notas de 0 a 10. A média final MF será calculada como: $MF = 0,7 \cdot T + 0,3 \cdot AC$ . Aqui, T representa a média das notas dos Trabalhos e AC representa a nota do Artigo Científico (texto e apresentação). Para ser aprovado, o aluno precisa ter MF maior ou igual a 5,0 e presença em pelo menos 75% das atividades. As menções serão atribuídas de acordo com as regras da UnB.
<b>Controle de frequência</b>	A frequência será aferida por meio de chamada durante as aulas.
<b>Bibliografia Recomendada</b>	<p><b>Ref. 1:</b> Numerical Methods in Engineering with Python 3, J. Kiusalaas, Cambridge University Press, 2007.</p> <p><b>Ref. 2:</b> Finite Difference Computing with PDEs – A Modern Software Approach, H. P. Langtangen, S. Linge, 2016.</p> <p><b>Ref. 3:</b> Numerical Methods for Engineers and Scientists, J. D. Hoffman, Marcel Dekker, Inc., Second Edition, 2001.</p> <p><b>Ref. 4:</b> Técnicas Computacionais para Dinâmica dos Fluidos, A. O. Fortuna, Editora da Universidade de São Paulo, Segunda Edição, 2012.</p> <p><b>Ref. 5:</b> Introduction to Theoretical and Computational Fluid Dynamics, C. Pozrikidis, Oxford University Press, Second Edition, 2011.</p> <p><b>Ref. 6:</b> Computational Methods for Fluid Dynamics, J. H. Ferziger, M. Peric, Springer, Third Edition, 2002</p> <p><b>Ref. 7:</b> Mecânica dos Fluidos, F. M. White, McGraw-Hill, Sexta Edição, 2010.</p> <p><b>Ref. 8:</b> Transferência de Calor e Massa: Uma Abordagem Prática, Y. A. Çengel, A. J. Ghajar, McGraw-Hill, Quarta Edição, 2012.</p> <p>Obs.: as referências 1, 2 e 3 abordam Métodos Numéricos de maneira geral; as referências 4, 5 e 6 são voltadas especificamente para a Mecânica dos Fluidos Computacional; as referências 7 e 8 contêm a teoria envolvida nos problemas abordados em nosso curso.</p>

**CRONOGRAMA**

<b>Aula</b>	<b>Data</b>	<b>Unid.</b>	<b>Conteúdo</b>
<b>0</b>		<b>0</b>	Apresentação do Plano da Disciplina; Introdução Geral; Python
<b>1</b>		<b>1</b>	Equações não lineares; Método da Bisseção; Método do Ponto Fixo; Método de Newton
<b>2</b>		<b>1</b>	<b>Trabalho 1</b>
<b>3</b>		<b>2</b>	Equações Diferenciais Ordinárias; Diferenças Finitas; Método de Euler; Métodos de Runge-Kutta; Consistência, Ordem, Estabilidade e Convergência
<b>4</b>		<b>3</b>	Equações Diferenciais Parciais; Equações Parabólicas; Equação do Calor; Diferenças Finitas; Problemas Unidimensionais; Condições de Contorno; Ghost Points; Estabilidade
<b>5</b>		<b>2 e 3</b>	<b>Trabalho 2</b>
<b>6</b>		<b>4</b>	Sistemas de Equações Algébricas Lineares; Motivação; Métodos Diretos; Métodos Iterativos; Jacobi; Gauss-Seidel; SOR; Gradiente Conjugado
<b>7</b>		<b>3</b>	Equação do Calor; Equações Elípticas; Regime Permanente; Solução Implícita no Regime Transiente; Problema Bidimensional; Malha Defasada
<b>8</b>		<b>3 e 4</b>	<b>Trabalho 3</b>
<b>9</b>		<b>5</b>	Equações Hiperbólicas; Problema da Advecção; Advecção-Difusão
<b>10</b>		<b>6</b>	Mecânica dos Fluidos; Escoamentos Incompressíveis; Equações Governantes; Problema da Cavidade Cisalhante; Método de Projeção
<b>11</b>		<b>5 e 6</b>	<b>Trabalho 4</b>
<b>12</b>		<b>7</b>	Tópicos Complementares; Definição do Tema do Trabalho Final
<b>13</b>		-	Trabalho Final (Acompanhamento)
<b>14</b>		-	<b>Entrega do Artigo e Apresentação</b>