



Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro Tecnológico  
Departamento de Engenharia Mecânica



## PLANO DE ENSINO

Em caráter excepcional e transitório, para substituição do ensino presencial pelo ensino não presencial, enquanto durar a pandemia do novo coronavírus (COVID-19), em atenção à Portaria MEC Nº 544, de 16 de junho de 2020, e à Resolução Normativa Nº 140/2020/CUn, de 21 de julho de 2020.

### EMC5729 - Modelagem Matemática

#### 1) Identificação

Carga horária: 56 horas-aula teóricas

Turma: 12233

Nome do professor: Marcelo Krajnc Alves, Email: marcelo.krajnc@ufsc.br

#### 2) Cursos

236 Engenharia de Materiais

#### 3) Requisitos

(não há)

#### 4) Ementa

Revisão sobre fundamentos da matemática: funções, limites, derivadas, integrais e equações diferenciais ordinárias de primeira e segunda ordem. Equações diferenciais aplicadas a problemas físicos, simulações matemáticas de vários estados, análises não dimensionais e outros. Simulações matemáticas aplicadas à Engenharia de Materiais.

#### 5) Objetivos

Elementos de algebra linear. Definição de espaços lineares, Subespaços, Combinações lineares, e Variedades Lineares. Definição de Tensores de segunda ordem e seus componentes. Independência linear, Base e dimensão. Elementos de funções vetoriais através da aplicação em problemas de otimização. Determinação de gradientes, Hessianas, etc. Otimização: Formulação Matemática Geral, Soluções gráficas de Problemas em 2D. Conceitos Básicos de Otimização. Otimização de funções reais. Condição necessária de otimalidade. Condição de suficiência para problemas sem restrição. Problemas sem restrição. Métodos numéricos. Aplicação de métodos de penalidade exterior. Algoritmo para solução de problemas de otimização com restrição através do uso combinado do método de penalidade exterior e do método de otimização de enxames de partículas - “Particle Swarm Optimization”.

Solução de equações diferenciais de segunda ordem 1D em regime estacionário. Aplicação em problemas térmicos. Formulação forte do problema. Formulação fraca do problema. Aplicação do

método de Galerkin para a discretização do problema. Solução do problema discretizado. Utilização do MATLAB ou OCTAVE para solução numérica do problema. Formulação de problema térmico em regime transiente. Formulação forte do problema. Formulação fraca do problema. Aplicação combinada do método de Galerkin e do método das diferenças finitas para a discretização do problema transiente. Utilização do MATLAB ou OCTAVE para a solução numérica do problema. Solução do problema térmico 2D em regime permanente. Formulação forte do problema. Formulação fraca do problema. Aplicação do método de Galerkin para a discretização do problema. Utilização do MATLAB ou OCTAVE para a solução numérica do problema.

## 6) Conteúdo Programático

(12h) **Algebra Linear.** Elementos de algebra linear. Espaço linear. Subespaços, Combinações lineares, e Variedades Lineares. Tensores de segunda ordem e seus componentes. Independência linear, Base e dimensão.

(16h) **Otimização:** Formulação Matemática Geral. Introdução. Tratamento de Problemas de Máximo. Tratamento de restrições de desigualdade na forma maior ou igual. Soluções gráficas de Problemas 2D. Condições necessárias de otimalidade geométricas. Descrição Gráfica dos Métodos Numéricos de Otimização em 2D. Conceitos Básicos de Otimização. Definição de mínimo Global. Definição: Mínimo Local. Teorema Weierstrass (extreme value theorem): Existência de mínimo global. Otimização de funções reais sem restrições. Condição necessária de otimalidade. Condição de suficiência. Otimização de funções em n dimensões, sem restrições. Condição necessária de otimalidade. Condição de suficiência. Problemas com restrições. Aplicação do método de penalidade exterior. Aplicação do método de otimização de enxame de partículas. Solução de problemas de otimização com restrição através do uso combinado do método de penalidade exterior com o método de otimização baseado em enxames de partículas - - “Particle Swarm Optimization”. Utilização do MATLAB ou OCTAVE para solução de problemas de otimização em n-dimensões, com restrição.

(8h) **Problema de condução de calor 1D em regime permanente:** Solução de equações diferenciais de segunda ordem 1D. Metodologia aplicada na solução de problemas térmicos de condução de calor em regime estacionário. Formulação forte do problema através do balanço de conservação de energia do sistema. Determinação da equação diferencial e das condições de contorno. Formulação fraca do problema. Aplicação do método de Galerkin na discretização do problema. Utilização do MATLAB ou OCTAVE para solução numérica do problema.

(8h) **Problema de condução de calor 1D em regime transiente:** Solução de equações diferenciais de segunda ordem 1D. Metodologia aplicada na solução de problemas térmicos de condução de calor em regime transiente. Formulação forte do problema através do balanço de conservação de energia do sistema. Determinação da equação diferencial, das condições de contorno e da condição inicial. Formulação fraca do problema. Aplicação do método de Galerkin conjuntamente com o método das diferenças finitas para a discretização do problema. Utilização do MATLAB ou OCTAVE para solução numérica do problema transiente.

(12h). **Problema de condução de calor 2D em regime permanente:** Solução de equações diferenciais de segunda ordem 2D. Metodologia aplicada na solução de problemas térmicos de condução de calor em regime estacionário. Formulação forte do problema através do balanço de conservação de energia do sistema. Determinação da equação diferencial e das condições de contorno. Formulação fraca do problema. Aplicação do método de Galerkin na discretização do problema. Utilização do MATLAB ou OCTAVE para solução numérica do problema.

## 7) Metodologia

Os aspectos teóricos da disciplina serão abordados ao longo do trimestre em aulas expositivas na modalidade síncrona de ensino não presencial. Exemplos de aplicação da teoria serão realizados durante as aulas síncronas. As aulas síncronas ocorrerão sempre no horário oficial da disciplina. O link para as aulas síncronas será fornecido no MOODLE. O atendimento individual para sanar dúvidas ocorrerá em encontros síncronos, nas datas e formas descritas no MOODLE. Materiais complementares para o aprendizado dos conteúdos da disciplina serão disponibilizados no MOODLE.

## 8) Avaliação

As avaliações ocorrerão na modalidade online (não presencial), após o término de certas etapas previstas no Cronograma e notificada no MOODLE. A avaliação ocorrerá através de 4 (quatro) trabalhos (T1, T2, T3 e T4).

O primeiro trabalho (T1) ocorrerá após terminarmos o tópico: **Otimização**.

O segundo trabalho (T2) ocorrerá após terminarmos o tópico: **Problema de condução de calor 1D em regime permanente**

O terceiro trabalho (T3) ocorrerá após terminarmos o tópico: **Problema de condução de calor 1D em regime transiente**.

O quarto trabalho (P4) ocorrerá após terminarmos o tópico: **Problema de condução de calor 2D em regime permanente**.

Os trabalhos envolverão o desenvolvimento matemático e a modificação de programas em MATLAB ou OCTAVE para a solução numérica dos problemas térmicos considerados.

As questões estarão disponíveis após o término do tópico em questão e as respostas, na forma escrita em papel deverão ser escaneadas ou fotografadas e entregues no MOODLE (por upload). As listagens dos programas em MATLAB ou OCTAVE deverão ser anexadas em pdf e os respectivos gráficos e/ou superfícies obtidas.

O aluno terá duas semanas de prazo para a entrega de cada trabalho, após o seu recebimento pelo MOODLE. As avaliações são de caráter individual, sendo vetada a interação ou troca de informações com terceiros para responder as questões sobre o conteúdo ministrado. Portanto, cada aluno deve trabalhar individualmente na solução dos problemas da avaliação, com a consulta livre ao material disponibilizado no MOODLE. As notas das avaliações serão registradas e divulgadas no MOODLE. A frequência suficiente ao curso é obrigatória. A frequência será registrada pelo docente durante as aulas síncronas.

A avaliação ocorrerá através dos 4 (quatro) trabalhos obrigatórios. A média final (MF) será calculada pela média destas avaliações, ou seja:

$$MF=0.25*(T1+T2+T3+T4)$$

Conforme parágrafo 2º do artigo 70 da Resolução 17/CUn/97, o aluno com frequência suficiente (FS) e média final no período (MF) entre 3,0 e 5,5 terá direito a uma nova avaliação ao final do semestre (REC), sendo a nota final (NF) calculada conforme parágrafo 3º do artigo 71 desta resolução, ou seja:  $NF = (MF+REC)/2$ .

## 9) Cronograma

(O professor divulgará o cronograma no primeiro dia de aula do período letivo excepcional 2020.1.)

## 10) Bibliografia Básica

Alves, Marcelo Krajnc, Notas de Aula de Modelagem Matemática, Curso de Graduação em Engenharia de Materiais, UFSC, 2020.

## 11) Bibliografia Complementar

Materiais adicionais, Prof. Marcelo Krajnc Alves.

Schaum's Easy Outlines, Differential Equations, McGraw-Hill, DOI: 10.1036/0071428461.

Numerical Methods in Engineering with Matlab, Jaan Kiusalaas, The Pennsylvania State University, Cambridge University Press, isbn-13 978-0-511-12811-0 eBook.

Engineering Optimization, Theory and Practice, Singiresu S. Rao, JOHN WILEY & SONS, INC., ISBN 978-0-470-18352-6.

Codes in MATLAB for Particle Swarm Optimization, Mahamad Nabab Alam, See discussions, stats, and author profiles for this publication at:

<https://www.researchgate.net/publication/296636431>.

Heat Transfer, J.P.Holman, McGraw-Hill series in mechanical engineering, ISBN 978-0-07-352936-3.

The Finite Element Method, Thomas J. R. Hughes, Prentice-Hall, 1987, ISBN 0-13-317025-X.

Finite Element Methods for Flow Problems, Jean Donea and Antonio Huerta, Wiley, 2003, ISBN 0-471-49666-9.