

## Plano de ensino de Cálculo Vetorial e Tensorial (2022.2)

### Disciplina: Cálculo Vetorial e Tensorial

Docente: Rodrigo Fresneda

Quadrimestre 2022.2


Período de duração do curso: 14/02 a 20/05

Horários: segunda das 10:00 às 12:00; quarta das 08:00 às 12:00

### Monitorias

Rodrigo: a determinar

Discente:

 [monitoria cvt 2022.2](#)

Conteúdo a ser administrado:

### Cálculo Vetorial e Tensorial – 2022.2

Aula nº	Data	Conteúdo
01	06/06	Apresentação do curso. Vetores no $\mathbb{R}^3$ , produtos entre vetores.
02	08/06	Mudança de base. Base dual.
03	13/06	Componentes covariantes e contravariantes. Métrica.
04	15/06	Sistemas de coordenadas curvilíneas.
05	20/06	Função a valores vetoriais I: curvas. Reparametrização.
06	22/06	Função a valores vetoriais II: superfícies.
07	27/06	Campos vetoriais. Operadores diferenciáveis: gradiente, divergente, rotacional e laplaciano
08	29/06	Campos conservativos, irrotacionais e incompressíveis. Conceito de trabalho de uma força contínua.
09	04/07	Integral de linha. Relação entre trabalho e energia cinética.
10	06/07	Teorema Fundamental das integrais de linha. Equivalências entre campos conservativos, independência de caminho e integrais de linha sobre caminhos fechados.
11	11/07	Aula de Exercícios
12	13/07	<b>1ª Avaliação</b>
13	18/07	Teorema de Green. Aplicação: área de regiões planas.
14	20/07	Teorema de Stokes. O conceito de circulação em fluidos.
15	25/07	Interpretação para o divergente e rotacional de um campo. Equação da Continuidade de um fluido.
16	27/07	Teoria de potenciais: potencial escalar e potencial vetor. Teorema de Helmholtz.
17	01/08	Aplicação: Equações de Maxwell
18	03/08	Tensores cartesianos. Definição e exemplos. Tensor de


		Inércia. Operadores diferenciáveis em coordenadas curvilíneas. Tensores em coordenadas curvilíneas.
19	08/08	Álgebra tensorial: adição, multiplicação, contração de tensores. Propriedades de simetria de tensores. Redução a eixos principais.
20	10/08	Campos tensoriais. Derivada Covariante.
21	15/08	Aplicações: Relatividade e Gravitação
22	17/08	2ª Avaliação
23	22/08	Aula de Exercícios
24	24/08	Exame de recuperação

## Métodos e ferramentas:

Todo o material do curso está disponível no Google Classroom (acesso por meio de convite).

A comunicação oficial de anúncios e atividades do curso será feita na plataforma Google Classroom e nas aulas.

Recursos de CVT:

 Recursos de Cálculo Vetorial e Tensorial

**Recomendação:** Funções de Várias Variáveis (atual: Funções de Várias Variáveis)

**Ementa:** Análise vetorial: campos vetoriais, operadores gradiente, divergente e rotacional. Integrais de caminho e superfície. Teoremas de Green, Gauss e Stokes. Teoria de potenciais, teorema de Helmholtz. Introdução ao cálculo tensorial e operadores diferenciais em coordenadas curvilíneas. Aplicações do cálculo vetorial e tensorial.

**Objetivos:** Ao concluir o curso, os alunos deverão ser capazes de: compreender e analisar problemas de cálculo diferencial integral para funções de várias variáveis. Resolver problemas e aplicar integrais de linha, de campos escalares e vetoriais, ao cálculo de trabalho de uma força e circulação de campos em eletromagnetismo, bem como usar e analisar o teorema de Green para cálculo de integrais de linha e integrais duplas no plano, e suas aplicações. Realizar operações com integrais de superfície de campos escalares e aplicá-las no cálculo de massa, centro de massa e momento de inércia. Realizar operações com integrais de superfície de campos vetoriais e aplicar ao cálculo de fluxos de campos vetoriais, também usando o teorema de Gauss e o teorema de Stokes, suas ramificações e aplicações. Determinar potenciais escalares e vetoriais a partir de campos vetoriais; teoria de potenciais e teorema de Helmholtz. Compreender o conceito de operadores diferenciais em coordenadas curvilíneas e aplicá-los à solução de problemas. Compreender tensores cartesianos, em particular pseudo-vetores e pseudo-escalares, aplicando o delta de Kronecker e o tensor de Levi-Civita na resolução de

problemas e aplicações. Usar a derivada covariante. Entender e resolver problemas de cálculo tensorial. Utilizar as ferramentas aprendidas para resolver problemas de física e engenharia em dimensões superiores (em particular na cinemática, mecânica, eletromagnetismo, hidrodinâmica, relatividade e gravitação).

## **Bibliografia Básica**

- 1) APOSTOL, T. M. Cálculo II: cálculo com funções de várias variáveis e álgebra linear, com aplicações às equações diferenciais e às probabilidades. Waltham: Reverté, 1996.
- 2) ARFKEN, G. B.; WEBER, H. J.; HARRIS, F. E. Mathematical Methods for Physicists. 6th. ed. Amsterdam: Elsevier Academic, 2005.
- 3) ARFKEN, G. B.; WEBER, Física matemática: métodos matemáticos para engenharia e física, 6a. edição, Elsevier Academic, 2005.
- 4) STEWART, J. D. Cálculo, v. 2. São Paulo: Cengage, 2005.
- 5) BORISENKO A. I, TARAPOV I. E., SILVERMAN R. A., Vector and Tensor Analysis with Applications, Dover, 1979.

## **Bibliografia complementar**

- 1) BUTKOV, E.; Física Matemática. Rio de Janeiro: LCT, 1998.
- 2) HASSANI, S., Mathematical Methods for Students of Physics and Related Fields, 2a. edição, Springer, 2009.
- 3) GUIDORIZZI, H. L. Um Curso de Cálculo, v. 3. Rio de Janeiro: LTC, 2001.
- 4) MARSDEN, J. E.; TROMBA, A. J. Vector Calculus. 5th ed. New York: W. H. Freeman & Company, 2003.
- 5) MATTHEWS, P. C.; Vector Calculus. New York: Springer-Verlag, 1998.

## **Critério de aprovação:**

O conceito final do curso será dado com base nas duas avaliações, e se for o caso, também com base no exame de recuperação. A primeira avaliação receberá um conceito (A,B,C,D ou F), e o conceito final será dado na segunda avaliação, levando em conta a evolução do aprendizado do aluno com base nas duas avaliações feitas. No caso de haver exame de recuperação, então o conceito final será atribuído com base na avaliação conjunta das três avaliações realizadas (primeiro exame, segundo exame e recuperação).

**Exame de recuperação:** conforme a [Resolução ConsEPE n.182](#), fica garantido ao discente que for aprovado com conceito D ou reprovado com conceito F o direito a realizar o exame de recuperação. A modalidade do exame será a de uma prova de duração de 2h sobre todo o conteúdo ministrado no curso.

**Prova substitutiva:** conforme a [Resolução ConsEPE n.181](#), está assegurado ao discente que não comparecer a uma das provas regulares (P1 ou P2) ou exame de recuperação, o direito a realizar novo exame nos casos previstos no artigo 2. O discente deve comunicar o docente por email em até 5 dias corridos a necessidade realizar a prova substitutiva. A prova substitutiva será nos moldes da prova perdida, em data, horário e local a serem combinados com o docente.

**Conceitos:**

A – Desempenho excepcional, demonstrando excelente compreensão da disciplina e do uso da matéria.

B – Bom desempenho, demonstrando boa capacidade de uso dos conceitos da disciplina.

C – Desempenho mínimo satisfatório, demonstrando capacidade de uso adequado dos conceitos da disciplina, habilidade para enfrentar problemas relativamente simples e prosseguir em estudos avançados.

D – Aproveitamento mínimo não satisfatório dos conceitos da disciplina, com familiaridade parcial do assunto e alguma capacidade para resolver problemas simples, mas demonstrando deficiências que exigem trabalho adicional para prosseguir em estudos avançados. Nesse caso, o aluno é aprovado na expectativa de que obtenha um conceito melhor em outra disciplina, para compensar o conceito D no cálculo do CR.

F – Reprovado. A disciplina deve ser cursada novamente para obtenção de crédito.

O - Reprovado por falta. A disciplina deve ser cursada novamente para obtenção de crédito.