



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE
COORDENADORIA ESPECIAL DE FÍSICA, QUÍMICA E MATEMÁTICA
PLANO DE ENSINO

SEMESTRE 2022.1

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS		TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
MPF310020	Física Contemporânea	4	0	72

HORÁRIO		MODALIDADE
TURMAS TEÓRICAS	TURMAS PRÁTICAS	Presencial
41010071MP – 6.1420(4)		

II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)

Evy Augusto Salcedo Torres

e-mail: evy.salcedo.torres@ufsc.br

III. PRÉ-REQUISITO(S)

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
-----	-----

IV. CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA

Mestrado em Ensino de Física, Polo Araranguá

V. JUSTIFICATIVA

Esta disciplina propõe estudar conceitos fundamentais de mecânica clássica como a formulação Lagrange e Hamilton. Discutiremos a importância dessas ferramentas na solução de problemas muito complexos, desde a perspectiva newtoniana, deixando claro que não se trata de uma nova teoria. Seguidamente estudaremos a limitação do paradigma clássico mecanicista o que nos levará a discutir sobre a teoria do Caos. Aqui estudaremos, via laboratórios virtuais, alguns sistemas caóticos, o expoente de Lyapunov desses sistemas e dimensão fractal. Concluiremos nossa discussão com a possibilidade de existirem sistemas nos quais emerge a ordem do Caos, falaremos dos sistemas auto organizados que, na visão de Per Bak, permite explicar um tipo especial de lei de potência, encontrada igualmente na economia (lei de Pareto). A partir deste ponto entramos no domínio da Física dos sistemas Complexos (na realidade o Caos é uma expressão da complexidade). É na Complexidade onde a Física encontra maior interdisciplinaridade com outras disciplinas como biologia, Economia, Sociologia, etc. Revisaremos alguns exemplos de aplicação das conceitos físicos, tais com força, estendido a outros contextos não ortodoxos. O curso será finalizado examinaremos as generalidades que permeiam modelos físicos paradigmáticos cuja forma de análise permeia o desenvolvimento da Física dos sistemas complexos, o modelo de Ising, modelo de Potts, etc., modelos em rede onde a forma como a física é introduzida é através de regras que determinam a forma da interação entre as células na rede, isso nos levará, por fim, a discutir as transições de fase, ideia fundamental em quase toda a Física.

V. EMENTA

Cálculo Variacional. Dinâmica de Lagrange e de Hamilton. Introdução à teoria do Caos. Autômatos Celulares. Leis de Potência. Modelos de Spins. Transições de Fase.

VI. OBJETIVOS

Objetivo Geral:

- Analisar os fundamentos da formulação de Lagrange e Hamilton da Mecânica

- Verificar a existência de Caos em sistemas Hamiltonianos
- Discutir sobre a emergência de ordem em sistemas caóticos
- Estudar a existência de leis gerais que regem sistemas desconexos
- Aplicar as ideias e métodos da Física Estatísticas em outras ciências
- Estudar o conceito de transições de Fases em sistemas físicos

Objetivos Específicos:

- Estudar o princípio de Fermat como precursor das ideias de Euler
- Aplicar as equações de Lagrange e Hamilton para solucionar problemas no triviais à luz das leis de Newton
- Discutir o problema dos três corpos
- Analisar a problemática relacionada a ergodicidade do sistema de Fermi Pasta Ulam Tsingou
- Analisar os movimento do pendulo forçado
- Estudar, virtualmente, a dinâmica de uma bola quicando
- Analisar o mapa logístico
- Analisar a dinâmica do modelo predador presa
- Determinar a dimensão fractal de figuras
- Discutir sobre a lei de Pareto e a lei de Zipf
- Realizar experimentos virtuais relativos à pilha de areia
- Discutir a dinâmica do caminhante aleatório
- Discutir o papel da complexidade na elaboração de teorias científica relacionadas à origem da vida na terra
- Estudar, numericamente, modelos em rede simples, paradigmas de comportamentos complexos
- Discutir sobre o papel relevante das transições de Fase em Física

VII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

1. Dinâmica de Lagrange e de Hamilton

- 1.1. Princípio de Fermat
- 1.2. Equação de Euler
- 1.3. O Princípio de mínima Ação
- 1.4. Princípio de D'Alembert
- 1.5. A formulação de Lagrange
- 1.6. O teorema de Noether
- 1.7. A formulação Hamiltoniana

2. Introdução à Teoria do Caos

- 2.1. A derrocada do determinismo
- 2.2. O problema dos 3 corpos
- 2.3. Ergodicidade e o teorema KAM
 - a) O problema de Fermi Pasta Ulam e Tsingou
- 2.4. O redescobrimto do comportamento caótico por Lorenz
- 2.5. Ciclos Limites
- 2.6. Rota para o caos
- 2.7. Caraterizando os sistemas caóticos
- 2.8. Atratores estranhos
- 2.9. Sistemas caóticos simples
 - a) Pendulo Forçado
 - b) Bola quicando
 - c) Introdução à dinâmica de populações e o Mapa Logístico
 - O Modelo Predador-Presa
- 2.10. Dimensão fractal

3. Introdução à Física dos Sistemas complexos

- 3.1. Leis de potência: A lei de Pareto e a lei de Zipf
- 3.2. Criticalidade Auto Organizada
 - a) Modelos dos burocratas
 - b) A pilha de areia
 - c) Modelo de Burridge e Knopoff
- 3.3. O caminhante Aleatório

- a) Difusão
- 3.4. Modelando Sistemas Complexos
 - a) Autômatos celulares
 - O jogo da vida
 - Os autômatos de Wolfram
 - b) Redes
 - Modelo de Kauffman: A vida como uma emergência
 - Propagação de doenças
 - c) Modelos de Spins (Lattice Models)
 - O modelo de Ising
 - O modelo de Potts
 - O modelo Heisenberg
- 3.5. Transições de Fase

VIII. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

1. Aulas expositivas intercaladas com discussões.
2. Desenvolvimento de exercícios manuscritos.
3. Material de apoio postado em ambiente virtual usando o *plataforma Moodle*.

IX. METODOLOGIA E INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

O aproveitamento nos estudos será avaliado mediante:

- Realização dos experimentos virtuais
- Soluções de uma Listas de exercício, valendo notas de 0 a 10.

A nota final, NF, será calculada segundo

$$NF = 0,65 * NEV + 0,35 * NL$$

onde NEV é a média das nota dos experimentos virtuais e NL é a média das nota das listas.

X. CRONOGRAMA TEÓRICO/PRÁTICO

AULA (semana)	DATA	ASSUNTO
1 ^a	16/04/2022	O problema de Fermat.
2 ^a	23/04/2022	Equações de Euler.
3 ^a	30/04/2022	O principio de D'Alambert.
4 ^a	07/05/2022	A formulação de Lagrange
5 ^a	14/05/2022	O teorema de Noether. Equações Canônica de Hamilton
6 ^a	21/05/2022	Lista 01
7 ^a	28/05/2022	Introdução à teoria do caos e a derrocada do determinismo. experimento virtual : O problema dos 3 corpos. Ergodicidade e o teorema KAM (experimento virtual do problema de TFPU). Efeito borboleta. A essência dos sistemas caóticos
8 ^a	04/06/2022	Atratores estranhos. Expoente de Lyapunov. Experimento virtual: bola quicando, Analisando o pendulo forçado. Experimento virtual. A equação Logístico e o mapeamento Logístico.
9 ^a	11/06/2022	Experimento virtual. Discussão sobre a modelagem de doenças infecciosas: a Covid-19 Fractais. Atividade: calculo da dimensão fractal de um mapa
10 ^a	18/06/2022	A lei de Pareto e a física na Economia. Leis de potencia na música. A lei de Zipf; atividade: verificar a lei de Zipf em um texto.
11 ^a	25/06/2022	Criticalidade Auto Organizada: o modelo dos burocratas, a pilha de areia – experimento virtual.
12 ^a	02/07/2022	O caminhante Aleatório e a Difusão. Experimento virtual. Redes complexas e a origem da vida na Terra (experimento virtual)
13 ^a	09/07/2022	A física fora do quadrado: uma física baseada em regras simples: Autômatos celulares. O modelo de Boids.
14 ^a	16/07/2022	Comportamentos coletivos de agentes: Simulando um concerto de Heavy Metal.

15ª	23/07/2022	Transições de Fase: Os modelos de Spins: Ising, Potts e Heisemberg.
16ª	30/07/2022	Experimento Virtual – Simulando uma transição Ferromagnética com o modelo de Ising

XI. Feriados previstos para o semestre 2022.1:

DATA	
21/04/2022	Tiradentes
04/05/2022	Padroeira de Araranguá
16/06/2022	Corpus Christi

XII. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- 1) Marion, Jerry; Thornton Stephen. Dinâmica clássica de partículas e sistemas., 5ª edição. São Paulo : Cengage Learning, 2011.
- 2) Nussenzveig, Moises H. Complexidade & Caos. 3ª edição. Rio de Janeiro, Editora da UFRJ/Copea, 2008.
- 3) Steward, Ian. Será que Deus joga dados?: a matemática do caos. Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editora, 1991
- 4) Janos Michel. Matemática e Natureza. São Paulo, editora Livraria da Física, 2009
- 5) Bocca, Nino. Modeling Complex Systems. 2ª edição. Springer
- 6) Mitchell, Melani. Complexity: A Guided Tour. 1ª edição. USA:Oxford University Press: 2009
- 7) Huang, Kerson. Statistical Mechanics. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1987

XIII. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- 1) GOLDSTEIN, Herbert. **Classical mechanics**. Cambridge, MA: Addison Wesley, 1950. xii, 399 p. (Addison-Wesley series in advanced physics).
- 2) FEYNMAN, R.P.; LEIGHTON, R.B.; SANDS, M. **vol. I. Lições de Física de Feynman**, Bookman, 2008.

Evy Augusto Salcedo Torres