

TEA-013 Matemática Aplicada II

Prof. Nelson Luís Dias (Lemma/Dep Eng Ambiental, Centro Politécnico)
nldias@ufpr.br

Ensalamento e Horário

2as 4as 6as sala PM-02 07:30--09:10

Objetivos Didáticos

A Disciplina TEA013 tem por objetivo aprofundar o domínio pelo aluno de modelos matemáticos analíticos e numéricos aplicáveis à Engenharia Ambiental. A disciplina incluirá aplicações de: álgebra linear, espaços vetoriais normados, séries de Fourier e transformadas de Fourier, assim como diversas técnicas numéricas e analíticas de solução de equações diferenciais parciais. Essas técnicas são ilustradas com problemas em Mecânica dos Fluidos, Hidrologia, Meteorologia, Química Ambiental e Ecologia, enfatizando-se a capacidade de formular e de resolver alguns problemas típicos (dispersão, reações químicas, dinâmica de populações, etc.) de importância em Engenharia Ambiental.

Unidades Didáticas

| | |
|---|--|
| 1 | Solução numérica de equações diferenciais parciais |
| 2 | Análise linear, sistemas lineares em Engenharia |
| 3 | Séries e Transformadas de Fourier. |
| 4 | Teoria de Distribuições. Funções de Green e Identidades de Green em Engenharia: Hidrógrafa Unitária Instantânea, Problemas de Dispersão de Poluentes. |
| 5 | Teoria de Sturm-Liouville e algumas funções especiais adicionais (Legendre, Laguerre, Hermite). Importância da teoria no método de separação de variáveis para equações diferenciais parciais. |
| 6 | Equações Diferenciais Parciais: problemas lineares e não-lineares em escoamentos na atmosfera, nos oceanos, em rios e no solo, e problemas de dispersão de poluentes. Classificação e o método das características. Solução por separação de variáveis, transformadas integrais e transformada de Boltzmann. |

Programa

| Aula | Data | Conteúdo | Progresso |
|------|---------------|--|-----------|
| 1 | 2ª 31/01/2022 | Diferenças finitas: método explícito para a equação de advecção. Fracasso do método. Explicação: instabilidade numérica. | |
| 2 | 4ª 02/02/2022 | Análise de estabilidade de von Neumann. Método de Lax. Número de Courant, condição de Courant. Difusão Numérica. Esquemas numéricos para advecção: Upwind. | |
| 3 | 6ª 04/02/2022 | Difusão pura. Esquema implícito. Condição de estabilidade. Esquema implícito: programação matricial e slicing com Numpy. | |
| 4 | 2ª 20/04/2022 | Esquema implícito: programação matricial e slicing com Numpy. Difusão pura. Crank-Nicholson. A equação de difusão-advecção. | |
| 5 | 4ª 09/02/2022 | A delta de Dirac. Cálculo com Distribuições. | |
| 6 | 6ª 11/02/2022 | Distribuições: resultados adicionais e aplicações. | |
| 7 | 2ª 14/02/2022 | P1A | |
| 8 | 4ª 16/02/2022 | Espaços normados: produto interno. | |
| 9 | 6ª 18/02/2022 | Espaços normados: desigualdade de Schwarz e aplicações | |
| 10 | 2ª 21/02/2022 | Espaços normados: espaços vetoriais de dimensão infinita. Séries de Fourier: Conceitos gerais e cálculo dos termos complexos. | |
| 11 | 4ª 23/02/2022 | Séries de Fourier: série real e complexa. Funções pares e ímpares. | |
| 12 | 6ª 25/02/2022 | P1B | |
| | 2ª 28/02/2022 | Carnaval | |
| | 4ª 02/03/2022 | Carnaval | |
| 13 | 6ª 04/03/2022 | Exemplos com séries de Fourier. | |
| 14 | 2ª 07/03/2022 | Desigualdade de Bessel e Igualdade de Parseval. | |
| 15 | 4ª 09/03/2022 | Mínimos quadrados. Transformada de Fourier. Teorema da Inversão. | |
| 16 | 6ª 11/03/2022 | P2A | |
| 17 | 2ª 14/03/2022 | Transformada de Fourier: Cálculo de transformadas. | |
| 18 | 4ª 16/03/2022 | Transformada de Fourier da derivada e aplicação à solução de EDO's e EDP's. Propriedades da Transformada de Fourier: derivada, teorema da convolução. Inversa. | |
| 19 | 6ª 18/03/2022 | P2B | |
| 20 | 2ª 21/03/2022 | Operador Adjunto. Operador auto-adjunto. Matriz adjunta. Operadores diferenciais. | |
| 21 | 4ª 23/03/2022 | Funções de Green. | |
| 22 | 6ª 25/03/2022 | Teoria de Sturm-Liouville | |
| 23 | 2ª 28/03/2022 | Teoria de Sturm-Liouville: aplicações | |
| 24 | 4ª 30/03/2022 | Equações diferenciais parciais: aplicações em Engenharia. Método das características. | |
| 25 | 6ª 01/04/2022 | P3A | |
| 26 | 2ª 04/04/2022 | Método das características. | |
| 27 | 4ª 06/04/2022 | Método das características: aplicações. Classificação de EDPs. | |
| 28 | 6ª 08/04/2022 | P3B | |
| 29 | 2ª 11/04/2022 | O método de separação de variáveis: a equação da difusão. | |

| | | | |
|----|---------------|---|--|
| 30 | 4ª 13/04/2022 | O método de separação de variáveis. A equação de Boussinesq não-linear e sua solução. | |
| | 6ª 15/04/2022 | Feriado: Paixão de Cristo | |
| 31 | 2ª 18/04/2022 | Difusão em coordenadas cilíndricas: uso de funções de Bessel. | |
| 32 | 4ª 20/04/2022 | Equação de Laplace: solução por separação de variáveis. | |
| 33 | 6ª 22/04/2022 | Equação de Laplace: aplicações. | |
| 34 | 2ª 25/04/2022 | Equação da onda: solução por separação de variáveis. | |
| 35 | 4ª 27/04/2022 | Método das características: solução de d'Alembert para a equação da onda. Difusão em coordenadas cilíndricas: uso de funções de Bessel. | |
| 36 | 6ª 29/04/2022 | P4A | |
| 37 | 2ª 02/05/2022 | Equação de Laplace: solução por separação de variáveis. | |
| 38 | 4ª 04/05/2022 | Equação da onda: solução por separação de variáveis. Método das características: solução de d'Alembert para a equação da onda. | |
| 39 | 6ª 06/05/2022 | P4B | |
| | 2ª 09/05/2022 | F1 | |
| | 6ª 13/05/2022 | F2 | |

Avaliação

A disciplina é semestral. A avaliação da disciplina é contínua: haverá 8 exames parciais (P1A, P1B, P2A, P2B, P3A, P3B, P4A, P4B), seguidos de dois exames finais final FA e FB. Para efeito de cálculo de médias e aprovação, será considerada a maior nota entre as versões A e B de cada prova. Os alunos poderão solicitar revisão de prova durante 3 dias úteis após a promulgação da nota. Após esse prazo, não será concedida nenhuma revisão. As soluções são disponibilizadas eletronicamente em <https://www.nldias.github.io>, juntamente com as notas.

A média parcial, P, será $P = (P1+P2+P3+P4)$. O resultado parcial é: Alunos com $P < 40$ estão reprovados. Alunos com $P \geq 70$ estão aprovados. Para os alunos aprovados nesta fase, a sua média final é $M = P$. Alunos com $40 \leq P < 70$ farão o exame final F. Calcula-se a média final $M = (P + F)/2$. Alunos que obtiverem $M \geq 50$ estão aprovados. Alunos com $M < 50$ estão reprovados. Todas as contas são feitas com 2 algarismos significativos com arredondamento para cima.

Textos para estudo

O texto adotado para este curso é <https://nldias.github.io/pdf/matappa-2ed.pdf> Um bom material adicional para métodos numéricos é Versteeg e Malalasekera [2007]. O livro de Michael Greenberg [Greenberg, 1998] permanece sendo, provavelmente, um dos melhores textos de matemática aplicada existentes, e é recomendado como material adicional. Além disso, nele você encontrará uma grande quantidade de exercícios adicionais que complementam os exercícios resolvidos e propostos no livro texto.

Estudo individual

Reserve pelo menos 6 horas semanais para o estudo em casa desta disciplina. Leia a teoria no livro, evitando pular direto para exemplos e exercícios. Digite e rode os exemplos computacionais; faça os trabalhos computacionais individualmente, e não deixe para a última hora. Entenda a teoria, principalmente as deduções. Essa é a única maneira de estudar e entender matemática. Evite estudar apenas pelo caderno. Procure depois fazer o maior número possível de problemas, mas cuidado: evite fazer problemas apenas sobre uma parte da matéria. Planeje cuidadosamente seu tempo de estudo para que você consiga fazer exercícios sobre toda a matéria.

Referências

- Butkov, E. (1988). Física matemática. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Dias, N. L. (2017). Uma introdução aos métodos matemáticos para Engenharia. Edição do Autor, Curitiba, PR: <https://nldias.github.io/pdf/matappa-2ed.pdf> .
- Greenberg, M. D. (1998). Advanced engineering mathematics. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey 07458, 2a edição.
- Versteeg, H. K. e Malalasekera, W. (2007). An Introduction to Computational Fluid Dynamics. Pearson Prentice-Hall.