

TEA-013 Matemática Aplicada II

Prof. Nelson Luís Dias (Lemma, Centro Politécnico, 3320-2025)
nldias@ufpr.br

Ensalamento e Horário
2as 4as 6as sala PM02 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 de solução de equações numéricas e analíticas 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	Previsto	Realizado
1	31/07/17	Introdução ao Curso. Revisão de Ferramentas Computacionais.	Introdução ao Curso. Revisão de Ferramentas Computacionais.
2	02/08/17	Diferenças finitas: método explícito para a equação de advecção. Fracasso do método. Explicação: instabilidade numérica. Análise de estabilidade de von Neumann.	Diferenças finitas: método explícito para a equação de advecção. Fracasso do método. Explicação: instabilidade numérica. Análise de estabilidade de von Neumann.
3	04/08/17	Esquemas numéricos para advecção: Upwind. Esquema explícito. Condição de estabilidade. Difusão pura.	Esquemas numéricos para advecção: Upwind. Esquema explícito. Condição de estabilidade. Difusão pura.
4	07/08/17	Esquema implícito: programação matricial e <i>slicing</i> com Numpy. Difusão pura.	Esquema implícito: programação matricial e <i>slicing</i> com Numpy. Difusão pura.
5	09/08/17	Crank-Nicholson. A equação de difusão-advecção. Introdução ao método ADI.	Crank-Nicholson. A equação de difusão-advecção. Introdução ao método ADI.
6	11/08/17	Condições de contorno em esquemas numéricos de equações diferenciais parciais. Aceleradores (Numba). Distribuição do TC	Terminar ADI. Falar de condições de contorno.
7	14/08/17	Espaços normados: produto interno.	Espaços normados: produto interno. Desigualdade de Schwarz
8	16/08/17	Espaços normados: desigualdade de Schwarz e aplicações. espaços vetoriais de dimensão infinita (início da discussão)	Aplicações de espaços normados. Espaços vetoriais de dimensão infinita (início da discussão)
9	18/08/17	Espaços normados: espaços vetoriais de dimensão infinita.	Espaços normados: espaços vetoriais de dimensão infinita. Funções quadrado-integráveis. Conceitos gerais de séries de Fourier complexas.
10	21/08/17	Séries de Fourier: Conceitos gerais e cálculo dos termos complexos.	Séries de Fourier: Conceitos gerais e cálculo dos termos complexos.
11	23/08/17	Séries de Fourier: série real e complexa. Funções pares e ímpares.	Séries de Fourier: série real e complexa. Funções pares e ímpares.
12	25/08/17	Continuação de funções pares e ímpares, e Exemplos com séries de Fourier.	Continuação de funções pares e ímpares, e Exemplos com séries de Fourier.
13	28/08/17	Desigualdade de Bessel e Igualdade de Parseval. Mínimos quadrados.	Desigualdade de Bessel e Igualdade de Parseval. Mínimos quadrados.
14	30/08/17	Transformada de Fourier. Teorema da Inversão. Cálculo de transformadas.	Transformada de Fourier. Teorema da Inversão. Cálculo de transformadas.
15	01/09/17	P1	P1
16	04/09/17	Propriedades da Transformada de Fourier: derivada, teorema da convolução. Teorema de Parseval.	Propriedades da Transformada de Fourier: derivada.
17	06/09/17	Aplicações da Transformada de Fourier.	Aplicações da Transformada de Fourier.
18	08/09/17	Livre, após Independência	Livre, após Independência
19	11/09/17	Aplicação da Transformada de Fourier à solução de EDO's e EDP's.	Aplicação da Transformada de Fourier à solução de EDO's e EDP's.
20	13/09/17	Operador Adjunto. Operador auto-adjunto. Matriz adjunta. Operadores diferenciais.	Operador Adjunto. Operador auto-adjunto. Matriz adjunta. Operadores diferenciais.
	15/09/17	Proclamação da República	
	18/09/17	Semana de Engenharia Ambiental	
	20/09/17	Semana de Engenharia Ambiental	
	22/09/17	Semana de Engenharia Ambiental	
21	25/09/17	Funções de Green.	Funções de Green.
22	27/09/17	Funções de Green	A aula foi dedicada a debater diversas questões relacionadas ao desempenho do professor, sua avaliação no semestre anterior, e também a aspectos gerais do curso de graduação em engenharia ambiental
23	29/09/17	Teoria de Sturm-Liouville.	Funções de Green
24	02/10/17	Teoria de Sturm-Liouville: Aplicações	

25	04/10/17	Teoria de Sturm-Liouville: Aplicações	Aulas suspensas: semana de ensino pesquisa e extensão
26	06/10/17	P2	
27	09/10/17	Equações diferenciais parciais: aplicações em Engenharia. Método das características	Teoria de Sturm-Liouville: Aplicações. Equações diferenciais parciais: aplicações em Engenharia.
28	11/10/17	Método das características	Método das características.
	13/10/17	Livre	
29	16/10/17	Classificação de EDPs. O método de separação de variáveis: a equação da difusão.	Classificação de EDPs.
30	18/10/17	O método de separação de variáveis. A equação de Boussinesq não-linear e sua solução.	O método de separação de variáveis. A equação da difusão linear.
31	20/10/17		A equação de Boussinesq não-linear. Início da solução.
32	23/10/17	Equação de Laplace em coordenadas esféricas: solução por separação de variáveis (início)	Equação de Boussinesq: fim da solução. Difusão em coordenadas cilíndricas: uso de funções de Bessel.
33	25/10/17	Equação de Laplace em coordenadas esféricas. Polinômios de Legendre. Exemplo: bolha esférica causada pela explosão de uma mina.	Difusão em coordenadas cilíndricas: uso de funções de Bessel: fim da solução.
34	27/10/17	Equação de Laplace em coordenadas cartesianas. Exemplos 17.9 e 17.10.	Exemplo: bolha esférica causada pela explosão de uma mina.
35	30/10/17	Equação de Laplace: aplicações.	Exemplo: bolha esférica causada pela explosão de uma mina.
36	01/11/17	Equação da onda: solução por separação de variáveis. Método das características: solução de d'Alembert para a equação da onda.	Equação de Laplace: aplicações.
	03/11/17	Livre (Finados)	Equação da onda: solução por separação de variáveis.
37	06/11/17	Aula normal	
	08/11/17	P3	
	10/11/17	Prof. em afastamento no país: X Workshop Brasileiro de Micrometeorologia	Exercícios de fixação do método de separação de variáveis
38	13/11/17	Equação da onda: solução por separação de variáveis.	Equação da onda: solução por separação de variáveis.
39	15/11/17	Equação da onda: solução por separação de variáveis.	Equação da onda: solução por separação de variáveis. Método das características: solução de d'Alembert para a equação da onda.
40	17/11/17	Difusão-advecção: evaporação de um tanque cilíndrico para a atmosfera.	Revisão
41	20/11/17	O método da transformada de Boltzmann para resolver um problema difusivo: placa em movimento.	Revisão
41	22/11/17	Transformação de Boltzmann para a equação de Boussinesq não-linear.	Revisão
42	24/11/17	Revisão	Revisão
43	27/11/17	Revisão	Vestibular da UFPR: não houve aula
44	29/11/17	Revisão	Revisão
45	01/12/17	P4 [último dia letivo]	
	04/12/17	Semana de estudos	
	06/12/17	Semana de estudos	
	08/12/17	Semana de estudos	
49	11/12/17	F	

Avaliação

A disciplina é semestral. A avaliação da disciplina é contínua: haverá 4 exames parciais (P1, P2, P3, P4) aproximadamente mensais, e um trabalho computacional (TC) , seguidos de um exame

final F. O conteúdo de todos os exames é cumulativo. Os alunos poderão solicitar revisão de prova durante o período até a promulgação da nota do exame posterior. Após esse prazo, não será concedida nenhuma revisão. Os alunos que fizerem a revisão de prova devem comparecer à sala do professor com uma cópia impressa da solução da prova, devidamente estudada. As soluções são disponibilizadas eletronicamente em www.nldias.github.io (Ensino), juntamente com as notas. O prazo final para a revisão da prova final é 11/12/2015.

A média parcial, P, será a média ponderada de:

- P4 (obrigatoriamente): peso 1.
- As duas maiores notas entre P1, P2 e P3: peso 1 para cada uma das duas.
- TC: peso 0,5.

A ausência na P4 obriga o aluno a fazer a F, que contará como substituta da P4 e, eventualmente, como a própria F. 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. A sistemática dos exames é a seguinte: para cada prova, eu gero um mapa de prova aleatoriamente, com o nome e a posição dos alunos. Ao chegar à porta da sala de aula, verifique no mapa a sua posição durante a prova. O caderno de prova já estará distribuído, com seu número bem visível. Deixe todo o seu material junto ao quadro negro, e sente-se: tenha com você apenas um estojo contendo: caneta azul, lápis ou lapiseira, apontador, e borracha. Neste curso, não será permitido o uso de calculadoras, exceto quando explicitamente indicado antes de alguma prova. O mapa de prova torna o seu início muito rápido e confortável para você.

É proibido usar telefones celulares durante a prova. É proibido usar bonés, turbantes, etc., durante a prova, exceto por motivos religiosos, e nesse caso o aluno/aluna fica proibido de retirar a cobertura durante a prova. É proibido deixar a sala após o início da prova. Portanto, vá ao banheiro antes, desligue o seu celular e deixe-o junto com o resto do material dentro de sua pasta ou mochila, verifique suas lentes de contato, óculos, etc.. Após o início da prova, você só se retirará após entregar a prova.

Textos para estudo

O texto adotado para este curso é meu livro: Dias [2017]: Uma cópia atualizada pode ser obtida em <https://nldias.github.io/pdf/matappa-1ed.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 o trabalho computacional 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

- Brutsaert, W. (1967). Evaporation from a Very Small Water Surface at Ground Level: Three-Dimensional Turbulent Diffusion without Convection. *Journal of Geophysical Research*, 72(22):5361–5369.
- Butkov, E. (1988). Física matemática. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Dias, N. L. (2017). Uma introdução aos métodos matemáticos para Engenharia. Curitiba, Edição do autor.
- 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.