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 Instanânea, 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 *slicing* com Numpy. Difusão pura.	Esquema implícito: programação matricial e *slicing* 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.	
17	06/09/17	Aplicações da Transformada de Fourier.	
18	08/09/17	**Livre, após Independência**	
19	11/09/17	Aplicação da Transformada de Fourierà solução de EDO's e EDP's.	
20	13/09/17	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.	
22	27/09/17	Funções de Green	
23	29/09/17	Teoria de Sturm-Liouville.	
24	02/10/17	Teoria de Sturm-Liouville: Aplicações	
25	04/10/17	Teoria de Sturm-Liouville: Aplicações	
26	06/10/17	**P2**	

27	09/10/17	Equações diferenciais parciais: aplicações em Engenharia. Método das características	
28	11/10/17	Método das características	
	13/10/17	**Livre**	
29	16/10/17	Classificação de EDPs. O método de separação de variáveis: a equação da difusão.	
30	18/10/17	O método de separação de variáveis. A equação de Boussinesq não-linear e sua solução.	
31	20/10/17	Difusão em coordenadas cilíndricas: uso de funções de Bessel.	
32	23/10/17	Equação de Laplace em coordenadas esféricas: solução por separação de variáveis (início)	
33	25/10/17	Equação de Laplace em coordenadas esféricas. Polinômios de Legendre. Exemplo: bolha esférica causada pela explosão de uma mina.	
34	27/10/17	Equação de Laplace em coordenadas cartesianas. Exemplos 17.9 e 17.10.	
35	30/10/17	Equação de Laplace: aplicações.	
36	01/11/17	Equação da onda: solução por separação de variáveis. Método das características: solução de d'Alembert para a equação da onda.	
	03/11/17	**Livre (Finados)**	
37	06/11/17	**P3**	
	08/11/17	**Prof. em afastamento no país: X Workshop Brasileiro de Micrometeorologia**	
	10/11/17	**Prof. em afastamento no país: X Workshop Brasileiro de Micrometeorologia**	
38	13/11/17	Equação da onda: solução por separação de variáveis.	
39	15/11/17	Equação da onda: solução por separação de variáveis.	
40	17/11/17	Difusão-advecção: evaporação de um tanque cilíndrico para a atmosfera.	
41	20/11/17	O método da transformada de Boltzmann para resolver um problema difusivo: placa em movimento.	
41	22/11/17	Transformação de Boltzmann para a equação de Boussinesq não-linear.	
42	24/11/17	Revisão	
43	27/11/17	Revisão	
44	29/11/17	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.