

Ano Letivo 2018-19

Unidade Curricular COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

Cursos ENGENHARIA MECÂNICA - ENERGIA, CLIMATIZAÇÃO E REFRIGERAÇÃO (2.º ciclo)

Unidade Orgânica Instituto Superior de Engenharia

Código da Unidade Curricular 17821009

Área Científica ENGENHARIA MECÂNICA

Sigla

Línguas de Aprendizagem Português / Inglês

Modalidade de ensino Aulas T, TP e PL

Docente Responsável Flávio Augusto Bastos da Cruz Martins

DOCENTE	TIPO DE AULA	TURMAS	TOTAL HORAS DE CONTACTO (*)
Flávio Augusto Bastos da Cruz Martins	PL; T; TP	T1; TP1; PL1	15T; 15TP; 15PL

* Para turmas lecionadas conjuntamente, apenas é contabilizada a carga horária de uma delas.

ANO	PERÍODO DE FUNCIONAMENTO*	HORAS DE CONTACTO	HORAS TOTAIS DE TRABALHO	ECTS
1º	S2	15T; 15TP; 15PL	168	6

* A-Anual;S-Semestral;Q-Quadrimestral;T-Trimestral

Precedências

Sem precedências

Conhecimentos Prévios recomendados

Conhecimentos básicos do sistema operativo Microsoft Windows

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências)

Nesta unidade curricular desenvolve-se a fundamentação teórica para a aplicação da mecânica dos fluidos computacional (MFC) na simulação de escoamentos de ar e água em aplicações típicas de engenharia mecânica. Na sua componente prática os alunos tomarão conhecimento com as metodologias de modelação através da criação de aplicações simples de MFC e também da realização de simulações com software comercial e de código aberto onde poderão avaliar e verificar os seus resultados.

Conteúdos programáticos

Introdução:

- Motivação
- Transporte de uma propriedade genérica
- Equação de transporte num referencial Lagrangeano
- Mudança para um referencial Euleriano
- Aplicação ao transporte de massa, momento, a temperatura, sal, etc

Discretização:

- Tipos de malhas
- Discretização no domínio físico
- Discretização no domínio do tempo
- Tipos de métodos numéricos
- Aplicação do método dos volumes finitos (difusão)
- Aplicação do método dos volumes finitos (advecção-difusão)
- Algoritmos de acoplamento pressão-velocidade*.

Propriedades numéricas dos métodos:

- Convergência, precisão e ordem
- Estabilidade, critérios de estabilidade (Número de *Courant* e número de difusão)

Exemplos de aplicação usando software de MFC.

Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Esta unidade curricular introduz aos alunos aos conceitos teóricos e a utilização de métodos numéricos em mecânica dos fluidos. A primeira parte, introdutória, motiva os alunos e explica conceitos básicos de modelação numérica; a segunda parte apresenta vários métodos de implementação na qual o aluno realiza o desenvolvimento de códigos numéricos muito simples de forma a cimentar os conhecimentos apreendidos.

Estes resultados também são úteis quando se utiliza códigos comerciais, uma vez que mesmo nessa situação é necessário uma compreensão básica dos métodos numéricos; a terceira parte analisa as propriedades numéricas dos métodos, o que é fundamental quando se usa software comercial; Finalmente é usado pelo estudante software existente para resolver diferentes aplicações práticas

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Aulas teóricas (T) e teórico-prático (TP). Nas aulas (T) são abordadas, a discretização numérica e propriedades dos métodos. As aulas (TP) são usadas para exemplificar a aplicação dos métodos e para os alunos criar os seus próprios códigos e usar o *software* existente. As aulas são ministradas em salas de informática para permitir que os alunos criem e executem os modelos.

A avaliação é composta pela escrita de um ensaio individual, do tipo revisão, baseado em artigos distribuídos pelo docente e por um trabalho computacional, com relatório, elaborado individualmente. Estas duas componentes da avaliação poderão ser objeto de discussão oral. A nota final da disciplina é calculada numa escala de zero a vinte por:

$$NF = 0,30 * \text{Nota do Ensaio} + 0,70 * \text{Nota do Trabalho Computacional}$$

Notas mínimas: Tanto o ensaio como o trabalho computacional têm nota mínima de 10 valores.

Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

Os objectivos de aprendizagem possuem tanto uma componente teórica, relacionada com o conhecimento conceptual de modelos numéricos, como prática, relacionado com a criação e utilização de modelos numéricos. A distribuição das horas de ensino entre T, aulas TP e P permite uma combinação equilibrada entre as duas componentes. O uso de salas de informática, permitem que os alunos usem e pratiquem a modelação numérica, o que irá reforçar o resultado global desta unidade curricular.

Bibliografia principal

Bibliografia Principal

- VERSTEEG, H.K., MALALASEKERA, W. (2007); An introduction to computational fluid dynamics the finite volume method, second edition, Pearson-Prentice Hall.

Bibliografia Complementar

- PATANKAR, S.V. (1980); Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, McGraw-Hill.
- ABBOTT, M. E D. BASCO (1989); Computational fluid dynamics: an introduction for engineers. Longman Scientific & Technical. London.
- ANDERSON J. D. (1995); Computational Fluid Dynamics, the basics with applications, McGraw-Hill.
- FLETCHER, CLIVE (1991); Computational Techniques for Fluid Dynamics 1, Springer Ser. Computational Physics

Academic Year 2018-19

Course unit COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS

Courses MECHANICAL ENGINEERING - ENERGY, AIR-CONDITIONING AND REFRIGERATION

Faculty / School Instituto Superior de Engenharia

Main Scientific Area ENGENHARIA MECÂNICA

Acronym

Language of instruction Portuguese / English

Teaching/Learning modality T, TP and PL classes

Coordinating teacher Flávio Augusto Bastos da Cruz Martins

Teaching staff	Type	Classes	Hours (*)
Flávio Augusto Bastos da Cruz Martins	PL; T; TP	T1; TP1; PL1	15T; 15TP; 15PL

* For classes taught jointly, it is only accounted the workload of one.

Contact hours

T	TP	PL	TC	S	E	OT	O	Total
15	15	15	0	0	0	0	0	168

T - Theoretical; TP - Theoretical and practical ; PL - Practical and laboratorial; TC - Field Work; S - Seminar; E - Training; OT - Tutorial; O - Other

Pre-requisites

no pre-requisites

Prior knowledge and skills

basic knowledge of Microsoft Operative System

The students intended learning outcomes (knowledge, skills and competences)

The objectives of the unit are to build necessary background for successful application of Computational Fluid Dynamics for air and water flow simulations in different typical mechanical engineering situations. The unit will train students to create simple CFD applications and to perform, verify, validate and report CFD results, using available open source or commercial software.

Syllabus

Introduction:

- Motivation
- Transport of a generic property
- Transport equation in a Lagrangian referential
- Shift to an Eulerian referential
- Application to the transport of mass, momentum, temperature, salt, etc

Discretization:

- Types of meshes
- Discretization of the physical domain
- Discretization of the time domain
- Types of numerical methods
- Application of the finite volume method (diffusion)
- Application of the finite volume method (advection-diffusion)
- Algorithms for pressure-velocity coupling*

Numerical properties of the methods:

- Convergence, precision and order
- Stability, Stability Criteria (Courant and diffusion numbers)

Application examples using CFD software.

Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's learning objectives

The unit introduces the students to the theoretical concepts and the use of numerical methods. The first introductory part motivates the students and explains basic generic concepts of numerical modelling; the second part covers several discretization methods, and is used also to train the student in the development of very simple numerical codes to exemplify those methods. The outcomes of this part are also useful when using commercial codes, since even in that situation a basic understanding of the numerical methods is necessary; the third part analyses the numerical properties of the methods, which is fundamental when using commercial software and solving real life problems. Lastly, existent software is used by the student to solve more realistic situations.

Teaching methodologies (including evaluation)

Classes will be Theoretical (T); Theoretical-Practical (TP) and Practical (P). In the (T) classes will be addressed the numerical discretization and method properties. The (TP) classes will be used to exemplify the application of the methods. The (P) classes will be used by the students to create their own simple program codes and to use existing software. The (T) classes will be taught in computer labs to allow the students to create and run the models.

The evaluation is composed by one written essay and by one computational assignment, both executed individually. The Essay is a text of the review type based on articles distributed by the teacher. The assignment is the creation of a simulation using a modelling software. The minimum classification both in the essay and in the assignment is 10 values (out of 20). A minimum grade of 10 values is needed for approval. The final grade is computed as:

Final Grade = 0.3 x (Essay Grade) + 0.7 x (Assignment Grade).

Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes

The learning objectives possess both a theoretical component related to the conceptual knowledge of numerical models and a practical aspect related to the creation and use of models. The distribution of the teaching hours between T, TP and P classes reflect that twofold objective and allows a balanced mix between the two components. The use of computer labs, allowing the students to practice ?hands on? with the models will reinforce the global outcome from the unit.

Main Bibliography

Main Bibliography

- VERSTEEG, H.K., MALALASEKERA, W. (2007); An introduction to computational fluid dynamics the finite volume method, second edition, Pearson-Prentice Hall.

Complementary Bibliography

- PATANKAR, S.V. (1980); Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, McGraw-Hill.
- ABBOTT, M. E D. BASCO (1989); Computational fluid dynamics: an introduction for engineers. Longman Scientific & Technical. London.
- ANDERSON J. D. (1995); Computational Fluid Dynamics, the basics with applications, McGraw-Hill.
- FLETCHER, CLIVE (1991); Computational Techniques for Fluid Dynamics 1, Springer Ser. Computational Physics