



DATOS IDENTIFICATIVOS

Simulación Aplicada a Mecánica de Flúidos

Materia	Simulación Aplicada a Mecánica de Flúidos			
Código	V09M148V01305			
Titulación	Máster Universitario en Enxeñaría de Minas			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	3	OB	2	1c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento				
Coordinador/a	Martín Ortega, Elena Beatriz			
Profesorado	Martín Ortega, Elena Beatriz			
Correo-e	emortega@uvigo.es			
Web	http://emortega.webs.uvigo.es/			
Descrición xeral	Esta materia preséntase como unha introdución á dinámica de flúidos computacional que, partindo dun coñecemento das ecuacións de conservación dos flúidos (xa adquirido polos alumnos en materias previas) permita ao alumno realizar simulacións sinxelas que involucren a un flúido como medio de traballo.			

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
A1	Posuír e comprender coñecementos que acheguen unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e/ou aplicación de ideas, adoito nun contexto de investigación.
A2	Que os estudantes saiban aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en contornos novos ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo.
B7	Coñecementos adecuados dos aspectos científicos e tecnolóxicos de métodos matemáticos, analíticos e numéricos da enxeñaría, mecánica de flúidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estruturas, carboquímica, petroquímica e xeotecnia.
C19	Competencia Específica CA1. Capacidade para abordar e resolver problemas matemáticos avanzados de enxeñaría, desde a formulación do problema ata o desenvolvemento da formulación e a súa implementación nun programa de computador. En particular, capacidade para formular, programar e aplicar modelos analíticos e numéricos avanzados de cálculo, proxecto, planificación e xestión, así como capacidade para a interpretación dos resultados obtidos, no contexto da Enxeñaría de Minas.
C20	Competencia Específica CA2. Coñecemento adecuado de aspectos científicos e tecnolóxicos de mecánica de flúidos, mecánica de medios continuos, cálculo de estruturas, xeotecnia, carboquímica e petroquímica.
D1	Saber avaliar e seleccionar a teoría científica adecuada e a metodoloxía precisa dos seus campos de estudo para formular xuízos a partir de información incompleta ou limitada incluíndo, cando sexa preciso e pertinente, unha reflexión sobre a responsabilidade social ou ética ligada á solución que se propoña en cada caso.
D2	Ser capaz de predicir e controlar a evolución de situacións complexas mediante o desenvolvemento de novas e innovadoras metodoloxías de traballo adaptadas ao ámbito científico/investigador, tecnolóxico ou profesional concreto, en xeral multidisciplinar, no que se desenvolva a súa actividade.
D11	Adquirir coñecementos avanzados e demostrar, nun contexto de investigación científica e tecnolóxica ou altamente especializado, unha comprensión detallada e fundamentada dos aspectos teóricos e prácticos e da metodoloxía de traballo nun ou máis campos de estudo.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

Saber analizar sistemas no que o fluído sexa o medio de traballo mediante técnicas de Dinámica de Fluídos Computacional.

A1
A2
B7
C19
C20
D1
D2
D11

Nesta materia, traballaranse expresamente as seguintes competencias:
- o uso de métodos numéricos e/ou analíticos para resolver un problema
- Traballar en equipo

Contidos	
Tema	
1. Introducción á dinámica de fluídos computacional. Ecuacións e modelos.	1.1 Ecuacións xerais do movemento de fluídos. 1.1.a Notación integral 1.1.b Notación diferencial 1.1.c Notación compacta 1.2 Números adimensionais relevantes en mecánica de fluídos 1.2.a Exemplos de modelos límite 1.3 Particularidades dos fluxos: Capas límite
2. Fluxos turbulentos	2.1 Introducción 2.2 Escala de Kolmogorov 2.3 Inviabilidade da simulación numérica directa 2.4 Modelos de turbulencia 2.4.a Modelos RANS: - Medias de Reynolds e de Favre - Ecuacións promediadas. Esforzos aparentes de Reynolds. Problema do peche - Hipótese de Boussinesq: modelos algebraicos, dunha ecuación e de dúas ecuacións - Leis de parede. Modelos de alto e baixo número de Reynolds - Modelos de transporte de esforzos aparentes de Reynolds 2.4.b Modelos LES
3. Métodos específicos de resolución das ecuacións de Navier-Stokes.	3.1 Discretización das ecuacións de fluídos. 3.1.a Discretización do dominio computacional 3.1.b Ecuacións discretizadas en FVM 3.1.c Discretización das condicións de contorno 3.1.d Tratamento das capas límite 3.2 Fluxos incompresibles. Ecuación de presión 3.2.a Métodos de compresibilidade artificial 3.2.b Axustes presión-velocidade
4. Introducción ao uso de distintos software (Comsol- OpenFoam-Fluent) de simulación numérica de fluídos. Prácticas en aula informática	4.1 Fluxo ao redor dun escalón. Fluxo laminar e fluxo turbulento 4.2 Forzas aerodinámicas sobre corpos. Exemplo de cálculo da rúa de Kármán tras un cilindro de sección circular 4.3 Exemplo do fluxo no interior dunha cavidade 4.4 Exemplo dun dispositivo mesturador de correntes 4.5 Propóranse exercicios de simulación numérica para ser resoltos de forma máis independente polos alumnos. Si o ritmo de clase permíteo presentaranse simulacións adicionais

Planificación			
	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	12	30	42
Resolución de problemas	4	14	18
Prácticas con apoio das TIC	8	5	13
Exame de preguntas obxectivas	0.5	0	0.5
Estudo de casos	1.5	0	1.5
*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.			

Metodoloxía docente	
	Descrición
Lección maxistral	Exposición por parte do profesor dos contidos sobre a materia obxecto de estudo, bases teóricas e/ou directrices dun traballo, exercicio ou proxecto a desenvolver polo estudante.
Resolución de problemas	Actividade na que se formulan problema e/ou exercicios relacionados coa materia. O alumno debe desenvolver as solucións adecuadas ou correctas mediante o exercicio de rutinas, a aplicación de fórmulas ou algoritmos, a aplicación de procedementos de transformación da información dispoñible e a interpretación dos resultados. Adóitase utilizar como complemento da lección maxistral.
Prácticas con apoio das TIC	Actividades de aplicación de coñecementos a situacións concretas, e de adquisición de habilidades básicas e procedimentais relacionadas coa materia obxecto de estudo, que se realizan en aulas de informática.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Atenderase de forma personalizada ao alumno na sesión de preguntas que se formularán durante as sesións maxistras, así como nas prácticas informáticas. Así mesmo atenderase ao alumno de forma personalizada nas sesións de tutorías da materia.
Resolución de problemas	Atenderase de forma personalizada ao alumno na sesión de preguntas que se formularán durante as sesións maxistras, así como nas prácticas informáticas. Así mesmo atenderase ao alumno de forma personalizada nas sesións de tutorías da materia.
Prácticas con apoio das TIC	Atenderase de forma personalizada ao alumno na sesión de preguntas que se formularán durante as sesións maxistras, así como nas prácticas informáticas. Así mesmo atenderase ao alumno de forma personalizada nas sesións de tutorías da materia.

Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Resolución de problemas	Exercicios/problemas de simulación numérica propostos durante as prácticas. Serán realizados (empregando algún dos softwares utilizados nas prácticas de informática) e entregados durante o período de realización das prácticas do curso. Avalíase: demostrar que o alumnado é capaz de resolver fluxos incompresibles sinxelos en 2D, propostos polo profesor, utilizando os programas de simulación numérica utilizados nas clases.	20	B7 C19 D1 C20
Exame de preguntas obxectivas	Test de avaliación continua: probas para a avaliación das competencias adquiridas que inclúen preguntas pechadas con diferentes alternativas de resposta (verdadeiro/falso, elección múltiple, emparellamento de elementos...). Os alumnos seleccionan unha resposta entre un número limitado de posibilidades. Estas probas avalían o resultado de aprendizaxe seguinte: "Posuír os coñecementos adecuados dos aspectos científicos e tecnolóxicos de mecánica de fluídos, en concreto dos métodos avanzados de simulación numérica en Mecánica de Fluídos: Técnicas CFD, fluxos de capa límite, modelos de turbulencia, entre outros"	40	B7 C19 D1 C20
Estudo de casos	Proba en que se expón unha situación ou problemática xa dada ou que pode darse, partindo dos diferentes factores involucrados, a análise dos antecedentes, condicións, da situación, etc. Esta proba avalía o resultado de aprendizaxe seguinte: "Saber analizar sistemas no que o fluído sexa o medio de traballo mediante técnicas de Dinámica de Fluídos Computacional."	40	A1 A2 C19 D1 D2 D11

Outros comentarios sobre a Avaliación

Avaliación continua:

- Levarase a cabo un test de avaliación continua (exame de preguntas obxectivas) durante o curso que representará o 40% da nota final da materia.
- Serán valorados con una ponderación do 20% sobre a nota final da materia os exercicios/problemas de simulación numérica propostos durante as prácticas. Serán realizados (empregando algún dos *softwares* utilizados nas prácticas de informática) y entregados durante o periodo de realización das prácticas do curso. A asistencia ás prácticas de

simulación numérica non se considera obrigatoria aínda que a entrega dos exercicios/problemas propostos durante a realización das mesmas puntuá un 20% da nota final.

- Caso de estudo (40% da nota final da materia): resolución dun caso mediante simulación numérica (empregando algún dos *softwares* utilizados nas prácticas de informática). Será realizado de forma autónoma polo alumnado e entregárase no espazo Moovi ata a data do exame final.
- Exame Final (data oficial de exame da materia): recuperación do test de avaliación continua para aqueles estudantes que non superasen o 5 sobre 10 no test de avaliación continua.

Segunda oportunidade:

- Levarase a cabo un test (exame de preguntas obxectivas) que representará o 40% da nota final da materia e se realizará o día oficial do examen final desta oportunidade. No caso de ter superada esta parte na primeira oportunidade, cunha nota mínima de 5 sobre 10, non será necesario facer este test.
- Será proposto un primer Caso de Estudo a resolver mediante simulación numérica (empregando algún dos *softwares* utilizados nas prácticas de informática). Será realizado de forma autónoma polo alumnado e se entregará na plataforma Moovi anteriormente á data do exame final da segunda oportunidade. O peso deste traballo será un 40% da nota final.
- Será proposto un exercicio/problema a resolver mediante simulación numérica; deberá ser realizado (empregando algún dos *softwares* utilizados nas prácticas de informática) de forma autónoma polo alumnado e será entregado na plataforma Moovi anteriormente á data do exame final da segunda oportunidade. O peso deste traballo será un 20% da nota final. En caso de ter superado esta parte na primeira oportunidade, cunha nota mínima de 5 sobre 10, o estudante non terá que realizar este exercicio.

Avaliación global:

Importante: fíxase un prazo de renuncia á avaliación continua dun mes dende o inicio do cuadrimestre. A comunicación da renuncia farase por escrito mediante o envío dun email ocoordinador da asignatura, que deberá dar acuse de recibo do mesmo.

A avaliación global realizarase como segue:

- O día oficial do examen final levarase a cabo un test (exame de preguntas obxectivas) que representará o 40% da nota final da materia.
- Será proposto un primer Caso de Estudo a resolver mediante simulación numérica (empregando algún dos *softwares* utilizados nas prácticas de informática). Será realizado de forma autónoma polo alumnado e se entregará na plataforma Moovi anteriormente á data do exame final. O peso deste traballo será un 40% da nota final.
- Será proposto un exercicio/problema a resolver mediante simulación numérica realizado de forma autónoma polo alumnado que será entregado na plataforma Moovi anteriormente á data do examen final. O peso deste traballo será un 20% da nota final.

Calendario de exames finais. Verificar/consultar de forma actualizada na página web do centro:

<http://minaseenerxia.uvigo.es/gl/docencia/exames/>

Bibliografía. Fontes de información

Bibliografía Básica

BLAZEK, J., **Computational Fluid Dynamics: Principles and Applications**, 3, Elsevier, 2015

BARRERO y PÉREZ-SABORID, **Fundamentos y aplicaciones de la Mecánica de Fluidos**, 1, Mc Graw Hill, 2005

CRESPO, A., **Mecánica de fluidos**, 1, Ed. Thomson, 2006

F. Moukalled L. Mangani M. Darwish, **The Finite Volume Method in Computational Fluid Dynamics An Advanced Introduction with OpenFOAM® and Matlab®**, 1, Springer, 2015

Bibliografía Complementaria

SCHLICHTING, H., Gersten, K., **Boundary-Layer Theory**, 9, Springer, 2017

WILCOX, **Turbulence Modeling**, 3, DCW Industries, 2006

Davidson, P. A, **Turbulence, an Introduction for Scientist and Engineers**, 2, Oxford Univ. Press, 2015

FERZIGER, J., MILOVAN, P., **Computational Methods for fluid Dynamics**, 3, Springer, 2002

CHUNG, **Computational fluid Dynamics**, 1, Cambridge University Press, 2002

HOMSY et al., **Mecánica de Fluidos Multimedia**, 2, Cambridge University Press, 2007

COMSOL Multiphysics®, **Comsol Multiphysics User Guide**, 1, COMSOL AB., 2015

<http://www.comsol.com/>,

www.openfoam.com,

Recomendacións

Materias que se recomenda ter cursado previamente

Matemáticas Avanzadas/V09M148V01205

Mecánica de fluidos/V09M148V01CFG310305

Mecánica de Fluídos/V09M148V01CFG311204

Outros comentarios

Dedicar o tempo indicado de traballo persoal asignado, así como recorrer a titorías persoais co profesor para resolver as posibles dúbidas que xurdan durante o traballo persoal do alumno.

Recoméndase un seguimento total da materia así como unha actitude activa nas clases.
