



| Guía Docente          |  |                    |  |          |
|-----------------------|--|--------------------|--|----------|
| Datos Identificativos |  |                    |  | 2019/20  |
| Asignatura (*)        | Proceso de Simulación CFD  | Código             | 730497223  |          |
| Titulación            | Mestrado Universitario en Enxeñaría Industrial (plan 2018)   |                    |  |          |
| Descritores           |  |                    |  |          |
| Ciclo                 | Período  | Curso              | Tipo   | Créditos |
| Mestrado Oficial      | 2º cuatrimestre  | Segundo            | Optativa   | 3        |
| Idioma                | Castelán   |                    |  |          |
| Modalidade docente    | Presencial   |                    |  |          |
| Prerrequisitos        |  |                    |  |          |
| Departamento          | Enxeñaría Naval e Industrial   |                    |  |          |
| Coordinación          | Lema Rodríguez, Marcos   | Correo electrónico | marcos.leya@udc.es   |          |
| Profesorado           | Gosset , Anne Marie Elisabeth<br>Lema Rodríguez, Marcos<br>López Peña, Fernando  | Correo electrónico | anne.gosset@udc.es<br>marcos.leya@udc.es<br>fernando.lopez.pena@udc.es |          |
| Web                   |  |                    |  |          |
| Descrición xeral      | Esta materia céntrase no desenvolvemento completo dun proceso de simulación CFD e a metodoloxía para seguir. Salientárase sobre as aproximacións e as limitacións do método para que o alumno teña unha visión crítica do que pode alcanzar coas ferramentas CFD. Prestarase especial atención aos modelos máis utilizados en CFD (turbulencia e capa límite). |                    |  |          |

| Competencias / Resultados do título |   |
|-------------------------------------|---|
| Código                              | Competencias / Resultados do título   |
| A4                                  | ETI4 - Capacidade para a análise e o deseño de procesos químicos.   |
| A5                                  | ETI5 - Coñecementos e capacidades para o deseño e a análise de máquinas e motores térmicos, máquinas hidráulicas e instalacións de calor e frío industrial.   |
| A20                                 | EI4 - Coñecemento e capacidades para o proxectar e deseñar instalacións eléctricas e de fluídos, iluminación, climatización e ventilación, aforro e eficiencia enerxética, acústica, comunicacións, domótica e edificios intelixentes e instalacións de seguridade. |
| B1                                  | CB6 - Posuír e comprender coñecementos que acheguen unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e/ou aplicación de ideas, a miúdo nun contexto de investigación.  |
| B2                                  | CB7 - Que os estudantes saiban aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en ámbitos novos ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo.                    |
| B4                                  | CB9 - Que os estudantes saiban comunicar as súas conclusións -e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan- a públicos especializados e profanos dun modo claro e sen ambigüidades.  |
| B5                                  | CB10 - Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun modo que terá que ser en boa medida autodirixido ou autónomo.   |
| B6                                  | G1 - Ter coñecementos adecuados dos aspectos científicos e tecnolóxicos na Enxeñaría Industrial.  |
| B7                                  | G2 - Proxectar, calcular e deseñar produtos, procesos, instalacións e plantas.  |
| B13                                 | G8 - Aplicar os coñecementos adquiridos e resolver problemas en contornas novas ou pouco coñecidos dentro de contextos máis amplos e multidisciplinares.  |
| B15                                 | G10 - Saber comunicar as conclusións ?e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan? a públicos especializados e non especializados dun modo claro e sen ambigüidades.  |
| B16                                 | G11 - Posuír as habilidades de aprendizaxe que permitan continuar estudando dun modo autodirixido ou autónomo.  |
| C1                                  | ABET (a) - An ability to apply knowledge of mathematics, science, and engineering.  |
| C3                                  | ABET (c) - An ability to design a system, component, or process to meet desired needs within realistic constraints such as economic, environmental, social, political, ethical, health and safety, manufacturability, and sustainability.                           |
| C5                                  | ABET (e) - An ability to identify, formulate, and solve engineering problems.   |
| C7                                  | ABET (g) - An ability to communicate effectively.   |
| C8                                  | ABET (h) - The broad education necessary to understand the impact of engineering solutions in a global, economic, environmental, and societal context.  |



|     |   |
|-----|---|
| C9  | ABET (i) - A recognition of the need for, and an ability to engage in life-long learning.                             |
| C11 | ABET (k) - An ability to use the techniques, skills, and modern engineering tools necessary for engineering practice. |

| Resultados da aprendizaxe   |  |                                     |  |   |
|---|--|-------------------------------------|--|---|
| Resultados de aprendizaxe   |  | Competencias / Resultados do título |  |   |
| Ser capaz de levar a cabo unha simulación de dinámica de fluídos, desde a etapa de pre-procesado á de post-procesado. |  | AP4<br>AP5<br>AP20                  | BP1<br>BP2<br>BP4<br>BP6<br>BP7<br>BP13<br>BP16                | CP1<br>CP5<br>CP8<br>CP9<br>CP11        |
| Saber xustificar as aproximacións adecuadas cando un enfróntase a un problema de ámbito industrial.                   |  |                                     | BP1<br>BP2<br>BP4<br>BP6<br>BP7<br>BP13<br>BP15<br>BP16        | CP1<br>CP3<br>CP5<br>CP7<br>CP8<br>CP11 |
| Dominar os modelos de turbulencia e de capa límite e elixir o máis adecuado en cada caso                              |  | AP4<br>AP5<br>AP20                  | BP1<br>BP2<br>BP4<br>BP6<br>BP7<br>BP13<br>BP16                | CP1<br>CP5<br>CP11                      |
| Saber analizar de forma crítica os resultados das simulacións.  |  | AP4<br>AP5<br>AP20                  | BP1<br>BP2<br>BP4<br>BP5<br>BP6<br>BP7<br>BP13<br>BP15<br>BP16 | CP1<br>CP3<br>CP5<br>CP7<br>CP8<br>CP11 |
| Saber analizar de forma crítica os resultados das simulacións.  |  | AP4<br>AP5<br>AP20                  | BP1<br>BP2<br>BP4<br>BP5<br>BP6<br>BP7<br>BP13<br>BP15<br>BP16 | CP1<br>CP3<br>CP5<br>CP8<br>CP11        |

| Contidos |          |
|----------|----------|
| Temas    | Subtemas |



|   |   |
|---|---|
| TEMA 1. Desenvolvemento dunha simulación CFD                                | <p>1.1 Identificación das aproximacións e modelos adecuados</p> <p>1.2 Etapa de pre-procesado</p> <p>1.2.1. Métodos de xeración de malla</p> <p>1.2.2. Establecemento das condicións de contorno</p> <p>1.2.3. Condicións iniciais</p> <p>1.3 Etapa de procesado</p> <p>1.3.1. Propiedades do fluído</p> <p>1.3.2. Control de tempos e solución</p> <p>1.3.3. Esquemas de discretización</p> <p>1.4 Etapa de post-procesado</p> <p>1.4.1. Residuos e criterios de converxencia</p> <p>1.4.2. Uso de ParaView</p> <p>1.4.3. Obtención de variables de interese</p> |
| TEMA 2. Modelos de turbulencia e capa límite en CFD                         | <p>2.1. Modelos de turbulencia</p> <p>2.1.1. Simulación laminar</p> <p>2.1.2. Modelos RANS</p> <p>2.1.3. LES</p> <p>2.2. Funcións de parede</p>   |
| TEMA 3. Introducción ao código CFD OpenFoam e resolución de casos prácticos | <p>3.1. Introducción a OpenFoam</p> <p>3.1.1. Estrutura básica dunha simulación en OpenFoam</p> <p>3.2. Resolución de casos tipo</p> <p>3.2.1 Simulación dun fluxo nunha cavidade</p> <p>3.2.2 Simulación dun fluxo sobre unha placa plana</p>  |
| PROXECTO INDIVIDUAL   | Proxecto individual   |

| Planificación             |  |   |                         |              |
|---------------------------|--|---|-------------------------|--------------|
| Metodoloxías / probas     | Competencias / Resultados                                  | Horas lectivas (presenciais e virtuais) | Horas traballo autónomo | Horas totais |
| Prácticas a través de TIC | A4 A5 A20 B1 B2 B4<br>B13 B16 B7 B6 C1<br>C5 C9 C11        | 4                                       | 16                      | 20           |
| Traballos tutelados       | A4 A5 A20 B2 B4 B5<br>B13 B15 B16 B7 B6<br>C3 C5 C7 C8 C11 | 5                                       | 14                      | 19           |
| Sesión maxistral          | B1 B13 B16 B6 C1<br>C5 C8 C9 C11                           | 12                                      | 24                      | 36           |
| Atención personalizada    |  | 0                                       |                         | 0            |

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientativo, considerando a heteroxeneidade do alumnado

| Metodoloxías              |   |
|---------------------------|---|
| Metodoloxías              | Descrición  |
| Prácticas a través de TIC | Metodoloxía que permite ao alumnado aprender de forma efectiva, a través de actividades de carácter práctico (demostracións, simulacións, etc.) a teoría dun ámbito de coñecemento, mediante a utilización das tecnoloxías da información e as comunicacións. |



|                     |   |
|---------------------|---|
| Traballos tutelados | Metodoloxía deseñada para promover a aprendizaxe autónoma dos estudantes, baixo a tutela do profesor e en escenarios variados (académicos e profesionais). Está referida prioritariamente á aprendizaxe do "como facer as cousas". Constitúe unha opción baseada na asunción polos estudantes da responsabilidade pola súa propia aprendizaxe. Este sistema de ensino baséase en dous elementos básicos: a aprendizaxe independente dos estudantes e o seguimento desa aprendizaxe polo profesor tutor. |
| Sesión maxistral    | Exposición oral complementada co uso de medios audiovisuais e a introdución dalgunhas preguntas dirixidas aos estudantes, coa finalidade de transmitir coñecementos e facilitar a aprendizaxe.  |

### Atención personalizada

| Metodoloxías                                     | Descrición  |
|--|---|
| Traballos tutelados<br>Prácticas a través de TIC | As prácticas consisten na familiarización co código CFD OpenFoam de código aberto e a realización de tutoriais básicos incluíndo: xeración de malla, parametrización do solver e post-procesado dos resultados. Esta actividade levará a cabo baixo a dirección do profesor, que resolverá todas as dificultades coas que os estudantes se atopen.<br><br>O traballo tutelado consiste na resolución dun caso práctico con OpenFoam. Empezarase na aula co apoio do profesor para resolver un máximo de dúbidas e o alumno finalizarao de forma autónoma. |

### Avaliación

| Metodoloxías        | Competencias / Resultados                                  | Descrición   | Cualificación |
|---------------------|--|--|---------------|
| Traballos tutelados | A4 A5 A20 B2 B4 B5<br>B13 B15 B16 B7 B6<br>C3 C5 C7 C8 C11 | Avaliación dunha memoria.<br>Avaliación da presentación dos alumnos diante dos seus compañeiros. | 100           |

### Observacións avaliación

|   |
|---|
| Traballo autónomo individual. Será necesario entregar os materiais (documento e presentación) en tempo e forma. Ademais, requirirá a exposición oral pública, empregando para iso a presentación entregada. Terase en conta para a avaliación desta actividade a memoria e a presentación entregada así como as contestacións ás preguntas do profesor durante a presentación obrigatoria. A non realización da presentación supoñerá unha nota de cero. Criterios xerais de avaliación: * Claridade, extensión e calidade da memoria do traballo. * Claridade e calidade da exposición oral do traballo. * Dominio do tema e adecuación das contestacións do alumno ás preguntas do profesor na sesión de exposición. Nesta asignatura non se acepta dispensa académica. |
|---|

### Fontes de información

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Bibliografía básica</b>         | - C J Greenshields (2018). OpenFoam User guide. Version 6. The OpenFoam Foundation<br>- H K Versteeg, W. Malalasekera (2007). An introduction to Computational Fluid Dynamics. Pearson. Prentice Hall |
| <b>Bibliografía complementaria</b> |   |

### Recomendacións

#### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Métodos Computacionales para os Medios Continuos/730497221

Volumes Finitos en CFD/730497222

#### Materias que se recomenda cursar simultaneamente

Simulación de Sistemas Mecánicos e Estruturais/730497224

#### Materias que continúan o temario

### Observacións



O alumno ha de adquirir nos seus estudos anteriores competencias en mecánica de fluídos e métodos numéricos equivalentes ás que se adquiren nun grao de enxeñería industrial. Para axudar a conseguir unha contorna inmediata sostida e cumprir co obxectivo da acción número 5: "Docencia e investigación saudable e sustentable ambiental e social" do "Plan de Acción Green Campus Ferrol": A entrega dos traballos documentais que se realicen nesta materia:

- \* Solicitaranse en formato virtual e/ou soporte informático
- \* Realizarase a través de Moodle, en formato dixital sen necesidade de imprimilos
- \* En caso de ser necesario realízalos en papel
- \* Non se empregarán plásticos
- \* Realizaranse impresións a dobre cara
- \* Empregarase papel reciclado
- \* Evitarase a impresión de borradores.

(\*A Guía docente é o documento onde se visualiza a proposta académica da UDC. Este documento é público e non se pode modificar, salvo casos excepcionais baixo a revisión do órgano competente de acordo coa normativa vixente que establece o proceso de elaboración de guías