

---

## 1. Caracterização da Unidade Curricular

### 1.1 Designação

[4075] Mecânica dos Sistemas Deformáveis / Mechanics of Deformable Systems

### 1.2 Sigla da área científica em que se insere

EM

### 1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

### 1.4 Horas de trabalho

155h 00m

### 1.5 Horas de contacto

Total: 69h 30m das quais T: 22h 30m | TP: 45h 00m | O: 2h 00m

### 1.6 ECTS

6

### 1.7 Observações

Unidade Curricular Obrigatória

---

## 2. Docente responsável

[2144] Ricardo Miguel Gomes Simões Baptista

---

## 3. Docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

Não existem docentes definidos para esta unidade curricular

---

## 4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes)

Transmitir aos alunos os conceitos fundamentais da mecânica de corpos deformáveis e da mecânica de fluidos, necessários a uma adequada percepção dos fenómenos envolvidos em cada uma destas áreas. No âmbito da mecânica dos corpos deformáveis promove-se a compreensão do comportamento mecânico de uma estrutura/componente/dispositivo, enquanto na mecânica de fluidos se salientam as características de um fluido e o seu comportamento estático e dinâmico

Esta unidade visa assim habilitar os alunos para uma compreensão multidisciplinar destes conhecimentos e para a sua utilização articulada em situações em que a mesma seja requerida.

São ainda objectivos desta unidade o desenvolvimento de aptidões para a modelação de componentes biomédicos, recorrendo para isso à utilização de recursos que vão desde a utilização de computação simbólica à utilização de aplicações de simulação vocacionadas para a análise do comportamento mecânico de corpos sólidos deformáveis e para os escoamentos de fluidos.



---

**4. Intended learning outcomes  
(knowledge, skills and  
competences to be developed  
by the students)**

This curricular unit aims to transmit to students the fundamental concepts of mechanics of deformable bodies and fluid mechanics, necessary for an adequate perception of the phenomena involved in each of these areas. In the context of the deformable bodies' mechanics, one promotes the understanding of the mechanical behavior of structure, components or devices, whereas in the fluid mechanics field, this medium characteristics and its dynamic and static performance are analyzed.

This unit habilitates students for a multidisciplinary understanding of these knowledge areas and for its articulated use in situations where this is required.

Additional objectives of this unit are related to the development of skills concerning the modeling of biomedical components, by using resources that range from symbolic computation resources to the utilization of simulation software applications specifically designed either for the mechanical behavior of deformable solids and for fluid flows' analyses.

---

**5. Conteúdos programáticos**

1. Introdução à teoria da elasticidade.
2. Leis constitutivas. Resistência mecânica e rigidez. Tensões admissíveis e coeficientes de segurança.
3. Componentes solicitados axialmente: Tensões normais e de corte. Deformações. Exemplos ilustrativos usando computação simbólica e software de simulação.
4. Componentes solicitados à torção: Tensões e deformações de corte. Exemplos ilustrativos usando computação simbólica e software específico de simulação.
5. Componentes solicitados transversalmente: Esforço transversal e momento flector. Tensões e deformações. Exemplos ilustrativos usando computação simbólica e software de simulação.
6. Invólucros de paredes finas sob pressão: Tensões de membrana e equivalentes.
7. Características de um fluido. Fundamentos da mecânica de fluidos. Cinemática. Viscosidade. Distribuição de pressões.
8. Leis de conservação. Equações de Navier-Stokes. Exemplos ilustrativos usando computação simbólica e software para cálculo/caracterização de escoamentos.

---

**5. Syllabus**

1. Introduction to elasticity theory.
2. Constitutive relations. Mechanical strength and stiffness. Allowable stresses and safety coefficients.
3. Axially loaded components: Normal stresses and shear stresses. Strains. Illustrative examples using symbolic computation and simulation software.
4. Components submitted to torsion: Shear stresses and strains. Illustrative examples using symbolic computation and simulation software.
5. Transversally loaded components: Shear forces and bending moments. Stresses and strains. Illustrative examples using symbolic computation and simulation software.
6. Thin-walled shells under internal pressure: Membrane stresses and equivalent stresses.
7. Fluid characteristics. Fluid mechanics fundamentals. Kinematics. Viscosity. Pressure gradients distributions.
8. Conservation laws. Navier-Stokes equations. Illustrative examples using symbolic computation and simulation software for fluid flows characterization.



---

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

Os conceitos fundamentais dos conteúdos programáticos são introduzidos nas aulas, sendo, sempre que possível, baseados em sistemas reais. Esta associação permite assim uma mais rápida percepção quer dos aspectos qualitativos quer dos aspectos quantitativos. A sequência dos conteúdos programáticos permite ao aluno uma compreensão progressiva do comportamento mecânico de componentes e dispositivos de natureza biomédica bem como uma apreensão gradual da natureza da acção dos fluidos no meio em que se encontram. É na compreensão das interações que se estabelecem entre os diferentes tópicos desta unidade curricular que assentam as metodologias essenciais para que se atinjam os seus objectivos fundamentais.

O desenvolvimento de trabalhos e a utilização de ferramentas computacionais que vão desde a utilização de computação simbólica à utilização de software de simulação, possibilitam uma melhor e mais rápida compreensão global e multidisciplinar dos fenómenos físicos envolvidos.

---

**6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes**

The fundamental concepts of the syllabus are introduced in classes? context, being whenever possible, associated to real systems. This association shows to allow for a faster understanding of the qualitative and quantitative aspects of the phenomena. The sequence of the syllabus topics allows to students a progressive understanding of the mechanical behavior of the biomedical components and devices as well as the gradual perception of the fluid actions in the surrounding media. The comprehension of these interactions, which are established among the different topics of this curricular unit, support the essential methodologies used for the achievement of the fundamental objectives.

The works to be developed and the use of computational tools, that go from the use of symbolic computation resources to simulation software application studies, enable a better and a faster global and multidisciplinary perception of the physical phenomena involved.

---

**7. Metodologias de ensino (avaliação incluída)**

A leccionação será efectuada através de aulas teórico-práticas. Nas aulas de carácter mais teórico serão efectuadas exposições sobre cada tema, seguidas de exemplos práticos, para consolidação dos conceitos estudados. Nas aulas teórico-práticas proceder-se-á à resolução de exercícios onde se aplicarão os conhecimentos adquiridos. Serão realizados dois trabalhos de laboratório, pedagogicamente fundamentais, de carácter experimental (para avaliação dos modelos teóricos) ou numérico (utilizando programas de computação simbólica). A avaliação de conhecimentos é efectuada em avaliação distribuída com exame final. Na avaliação distribuída são realizados dois testes escritos (TE) (nota mínima de 8.00 val) e dois trabalhos de laboratório (TL) (nota mínima de 9.50 val.). O estudante fica dispensado do exame final (EF) caso  $TE*0.8+TL*0.2 \geq 9.50$  val. A classificação final é obtida por  $TE*0.8+TL*0.2$  ou  $EF*0.8+TL*0.2$  e deve ser superior a 9.50 val.



---

**7. Teaching methodologies  
(including assessment)**

Lecturing classes have a hybrid theoretical and practical character. After the exposition of theoretical subjects, illustrative examples are considered to consolidate the concepts. Practical classes are devoted to solving problems, where the students will apply the acquired knowledge skills. Two, pedagogically fundamental, laboratory assignments will be carried out, of an experimental (to evaluate theoretical models) or numerical (using symbolic computing programs) nature. Knowledge assessment is carried out in a distributed assessment with a final exam. In the distributed assessment, two written tests (TE) (minimum grade of 8.00 val.) and two laboratory assignments (TL) (minimum grade of 9.50 val.) are carried out. The student is exempt from the final exam (EF) if  $TE \cdot 0.8 + TL \cdot 0.2 \geq 9.50$  val. The final classification is obtained by  $TE \cdot 0.8 + TL \cdot 0.2$  or  $EF \cdot 0.8 + TL \cdot 0.2$  and must be greater than 9.50 val.

---

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

Nas metodologias de ensino são usadas diferentes abordagens que se considera possibilitarem atingir os objetivos da unidade curricular.

Consoante as características dos conceitos a transmitir são utilizadas aulas teóricas e teórico-práticas. Estas aulas constituem-se como um conjunto coerente e com uma sequência lógica perfeitamente articulada, de forma a habilitar os alunos não só à compreensão dos conceitos fundamentais associados aos conteúdos programáticos mas também à sua aplicação a casos concretos.

Nas aulas teóricas e teórico-práticas são usadas as potencialidades dos novos sistemas multimédia e efectuado o recurso a programas de computação simbólica e aplicações de simulação de carácter mais específico.

---

**8. Evidence of the teaching  
methodologies coherence with  
the curricular unit's intended  
learning outcomes**

In teaching methodologies, one considers different approaches that we understand enabling to achieve the objectives of the present curricular unit. Depending on the characteristics of the concepts that we need to transmit, theoretical or theoretical/practical classes will be used. These classes constitute as a coherent and logically articulated set, in order to habilitate the students not only to the comprehension of the fundamental concepts associated to the syllabus topics but also to its application to real cases. In theoretical and theoretical/practical classes one will use the capabilities of multimedia systems, as well as symbolic computation applications and specific simulation software.

---

**9. Bibliografia de  
consulta/existência obrigatória**

1. Introduction to Biomedical Engineering: John D. Enderle, Susan M. Blanchard, Joseph D. Bronzino, Academic Press Elsevier
2. Mechanics of Materials: Russel C. Hibbeler, Prentice Hall
3. Mechanics of Materials: A. C. Ugural, McGraw-Hill.
4. Fluid Mechanics: Frank M. White, Springer
5. Applied Biofluid Mechanics, L. Waite and J. Fine, McGraw-Hill
6. Apontamentos e slides dos docentes da unidade curricular.



**ISEL**  
INSTITUTO SUPERIOR DE  
ENGENHARIA DE LISBOA

Ficha de Unidade Curricular A3ES  
Mecânica dos Sistemas Deformáveis  
Licenciatura em Engenharia Biomédica  
2024-25

---

10. Data de aprovação em CTC 2024-07-17

---

11. Data de aprovação em CP 2024-06-26