
1. Caracterização da Unidade Curricular

1.1 Designação

[3836] Metrologia / Metrology

1.2 Sigla da área científica em que se insere

CE

1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

1.4 Horas de trabalho

121h 30m

1.5 Horas de contacto

Total: 47h 00m das quais T: 39h 00m | P: 6h 00m | O: 2h 00m

1.6 ECTS

4.5

1.7 Observações

Unidade Curricular Obrigatória

2. Docente responsável

[1528] Hugo Filipe Félix Antunes da Silva

3. Docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

[1528] Hugo Filipe Félix Antunes da Silva | Horas Previstas: 120 horas

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

Após a frequência desta UC com aproveitamento pretende-se que os alunos:

- Percebam os objetivos da Metrologia Técnica e Científica e a sua importância nas relações entre clientes-fornecedores e demais sociedade.
- Conheçam o Vocabulário Metrológico Internacional.
- Tenham uma perceção clara dos sistemas metrológicos nacional, europeu e internacionais.
- Saibam calcular incertezas associados a medições e calibrações.
- Saibam calibrar equipamentos de medida e elaborar o respetivo relatório e certificado de calibração

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

After attending this course with approval it is intended that students:

- Realize the objectives of the Technical and Scientific Metrology and its importance in the relations between customers-suppliers and the society.
- Know the International Metrological Vocabulary.
- Have a clear understanding of National, European and International metrological systems.
- Know how to calculate uncertainties associated with measurements and calibrations.
- Know how to calibrate measuring equipment and make the calibration report and certificate

5. Conteúdos programáticos

1. Introdução à Metrologia: História da Metrologia em Portugal e no mundo, o SI e respetivas unidades de base e derivadas;
2. Organizações Nacionais, Comunitárias e Internacionais de Metrologia;
3. Metrologia Legal;
4. Metrologia Industrial e Científica; o advento da nanometrologia;
5. Sistemas e técnicas de medida mais utilizadas internacionalmente;
6. Estatística para metrologia;
7. Avaliação de incertezas aplicado à metrologia;
8. Calibração e gestão de equipamentos de medição;
9. Estudos de caso práticos: Calibração de instrumentos e equipamentos de medição, elaboração de relatórios e certificados de calibração.

5. Syllabus

1. Introduction to Metrology: History of Metrology in Portugal and in the world, the SI and its base and derivative units;
2. National, European Community and International Metrology Organizations;
3. Legal Metrology;
4. Industrial and Scientific Metrology; the advent of nanometrology;
5. Most widely used systems of measures and measurement techniques;
6. Statistics for metrology;
7. Uncertainty evaluation applied to metrology;
8. Calibration and management of measuring equipment;
9. Practical case studies: Calibration of measuring instruments and equipment, reporting and calibration certificates.

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

Os objetivos de aprendizagem são suportados em conteúdos programáticos específicos. Cada um dos objetivos de aprendizagem está associado a um ou diversos conteúdos programáticos onde estão contemplados os conhecimentos que se pretende que o aluno adquira.



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

Learning objectives are supported on specific syllabus. Each one of the learning objectives is associated with one or several syllabuses in which are included the knowledges that it is intended that students acquire.

7. Metodologias de ensino (avaliação incluída)

A metodologia de ensino/aprendizagem, suportada na resolução de problemas, baseia-se em 4 fases distintas:

1^a- Os conhecimentos são transmitidos através de aulas expositivas.

2^a- Serão propostos problemas para a resolução pelos alunos.

3^a- Os alunos propõem a resolução dos problemas validada pelos docentes.

4^a- Os conhecimentos teóricos são complementados com exemplos práticos de medições e trabalhos laboratoriais

Avaliação distribuída com exame final:

A avaliação de conhecimentos será efetuada através de um teste escrito (TE) e um trabalho laboratorial de grupo (TL) e dois problemas práticos (PP1 e PP2) realizados durante o período letivo. A componente de teste e PP pode ser substituída por um exame final (EF).

A classificação final (CF \geq 9,50) é obtida, consoante a modalidade de avaliação, por:

$$CF = 0,1 * [(PP1 + PP2) / 2] + 0,6 * TE + 0,3 * TL, \text{ com TE e TL } \geq 9,50 \text{ ou}$$

$$CF = 0,7 * EF + 0,3 * TL, \text{ com EF e TL } \geq 9,50.$$

O TL tem entrega de relatório e apresentação obrigatória, e é pedagogicamente fundamental.



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

The teaching/learning methodology, supported by problem solving, is based on 4 distinct phases:

1st- Knowledge is transmitted through expository classes.

2nd- Problems will be proposed for students to solve.

3rd- Students propose a solution to problems validated by teachers.

4th- Theoretical knowledge is complemented with practical examples of measurements and laboratory work

Distributed assessment with final exam:

Knowledge assessment will be carried out through a written test (TE) and a group laboratory work (TL) and two practical problems (PP1 and PP2) carried out during the academic period. The test and PP component can be replaced by a final exam (FE).

The final classification (CF ≥ 9.50) is obtained, depending on the evaluation method, by:

$CF = 0.1 * [(PP1 + PP2) / 2] + 0.6 * TE + 0.3 * TL$, with TE and TL ≥ 9.50 or

$CF = 0.7 * EF + 0.3 * TL$, with EF and TL ≥ 9.50 .

The TL has a mandatory report and presentation, and is pedagogically fundamental.

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

Nesta UC pretende-se que os alunos detenham um abrangente conhecimento da matéria relacionada com a Metrologia. Tratando-se de uma matéria alicerçada em medidas físicas tangíveis e casos reais foi contemplada a resolução problemas relacionados com casos reais que, sempre que possível, devem ser acompanhados de processos de medidas reais. Sempre que tal se revele difícil ou impraticável devem ser usados meios em ambientes simulados. Os cálculos e demais procedimentos utilizados nos métodos metroológicos serão, sempre que possível, replicados nos computadores dos alunos ou nas salas de computação. Os relatórios e certificados de calibração a elaborar serão baseados nas normas legais em vigor.

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

In this curricular unit is intended that students hold a comprehensive knowledge of matter related to Metrology. Being matter grounded in tangible and in real cases, it was contemplated the solving of real cases that, whenever possible, should be accompanied by processes of real measurements. When real situations proves to be difficult or impractical, must be used simulated environments. Calculations and other procedures used in the metrological methods will, whenever possible, replicated on student computers or in computer rooms. The reports and calibration certificates to be prepared will be based on current standards.



9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

- 1- The Metrology Handbook, Jay L. Bucher (Ed.), ASQP2004
 - 2- International Vocabulary of Metrology ? Basic and General Concepts and Associated Terms, 3rd ed. JCGM 200, 2012
 - 3- N. V. Raghavendra, L. Krishnamurthy, Engineering Metrology and Measurements, Oxford U. Press2013
 - 4- Calibration: Philosophy in Practice, Fluke Corp, 2nd ed.1994
 - 5- Jay L. Bucher, The Quality Calibration Handbook: Developing and Managing a Calibration Program, ASQP2006
 - 6- Evaluation of measurement data ? Guide to the expression of uncertainty in measurement JCGM 100 2008
 - 7- ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories
 - 8- Guia para a aplicação da NP EN ISO/IEC 17025:2018 OGC001, IPAC2018
 - 9- ISO 10012:2003 Measurement management systems?Requirements for measurement processes and measuring equipment
- On-line information:
- IPQ www.ipq.pt
 - BIPM www.bipm.org
 - IOLM www.oiml.org
 - ISO www.iso.org
 - Eurachem www.eurachem.org
 - NIST www.nist.gov
 - NP www.npl.co.uk
 - ALA www.a2la.org

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

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