

## Ficha de Unidade Curricular LEQB - A3ES

### 1. Caracterização da Unidade Curricular

- 1.1. **Designação da unidade curricular (1.000 carateres).**  
Técnicas Laboratoriais/ Laboratory Techniques
- 1.2. **Sigla da área científica em que se insere (100 carateres).**  
CQB
- 1.3. **Duração<sup>1</sup> (100 carateres).**  
Semestral
- 1.4. **Horas de trabalho<sup>2</sup> (100 carateres).**  
135
- 1.5. **Horas de contacto<sup>3</sup> (100 carateres).**  
Total: 52.5  
PL: 52.5
- 1.6. **ECTS (100 carateres).**  
5.0
- 1.7. **Observações<sup>4</sup> (1.000 carateres).**
- 1.7. **Remarks (1.000 carateres).**

### 2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular

Alexandra Isabel Martins Paulo da Costa (70 h)

### 3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular

Patrícia Alexandra Miranda David Barata (63 h)

Hugo Filipe Félix Antunes da Silva (98 h)

### 4. Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes) (1.000 carateres).

Após aprovação na Unidade Curricular (UC) pretende-se que o aluno:

1. Realize pesquisa bibliográfica em fontes de informação científicas e conheça várias metodologias de citação bibliográfica.
2. Conheça e utilize os procedimentos de segurança num laboratório de química.
3. Conheça e manuseie corretamente material, equipamento e reagentes.
4. Identifique e realize diversas operações unitárias e técnicas de análise clássica.
5. Planeie, interprete e execute protocolos experimentais.
6. Proceda ao registo rigoroso e objetivo dos procedimentos e resultados no caderno de laboratório.
7. Utilize de forma expedita técnicas instrumentais de análise na caracterização e avaliação da pureza de compostos.
8. Demonstre espírito crítico na análise e interpretação de resultados experimentais e analíticos.
9. Utilize ferramentas adequadas no desenho de estruturas químicas e apresentação de gráficos.
10. Elabore relatórios científicos de forma clara e objetiva, incluindo apresentações orais.

### 4. Intended learning outcomes (knowledge, skills, and competences to be developed by the students) (1.000 carateres).

Upon approval during Laboratory Techniques, the student should be able to:

1. Carry out bibliographic research in scientific sources and know several methodologies of bibliographic citation.

2. Know and apply the safety procedures in a chemistry laboratory.
3. Identify and accurately handle material, equipment, reagents, and solvents.
4. Introduce essential unit operations and classic analysis techniques.
5. Plan, interpret and execute experimental protocols.
6. To carry out the rigorous and objective registration of the procedures and experimental results in the laboratory notebook.
7. Characterize and evaluate the purity of compounds using analytical techniques.
8. Exhibit critical spirit in the analysis and interpretation of experimental and analytical results.
9. Use appropriate tools in the design of chemical structures and graphs presentation.
10. Prepare scientific reports with suitable scientific accuracy including oral presentations.

**5. Conteúdos programáticos (1.000 carateres).**

1. Fontes de informação/pesquisa/ referênciação.
2. Caderno de laboratório.
3. Relatório.
4. Segurança: individual/coletiva, manipulação de reagentes/resíduos. Fichas MSDS.
5. Material de vidro.
6. Equipamento (e.g. balanças, rota-vapor, aparelho de ponto de fusão, espectrofotómetro UV-Vis, refratómetro, polarímetro).
7. Medição de massas, volumes e temperaturas, secagem, meio inerte/anidro, banhos de aquecimento/arrefecimento.
8. Padronização de soluções/titulações volumétricas e potenciométricas.
9. Purificação/isolamento de compostos: destilação (simples/fracionada/pressão reduzida/arrastamento de vapor), extração (líquido/líquido, sólido/líquido), recristalização, cromatografia em coluna e em camada fina, filtração/secagem.
10. Curvas de calibração, programação de folha de Excel. técnicas analíticas para análise qualitativa e quantitativa e avaliação de pureza (p.f., espectrometria de absorção (UV-Vis), refratometria, polarimetria, titulações potenciométricas e volumétricas).

**5. Syllabus (1.000 carateres).**

1. Scientific sources/research techniques/reference systems.
2. Laboratory book.
3. Written report.
4. Laboratory safety: individual and collective, handling of reagents and waste. MSDS.
5. Laboratory glassware.
6. Equipment (e.g., analytical balances, rotary evaporator, melting-point apparatus, UV-Vis spectrometer, refractometer).
7. Measurement of masses, volumes, and temperatures, drying, inert atmosphere and anhydrous medium, heating, and cooling baths.
8. Standardization of solutions and volumetric and potentiometric titration.
9. Purification/isolation techniques: distillation (simple/fractional/reduced pressure/steam distillation), extraction (liquid/liquid and solid/liquid), recrystallization, column, and thin layer chromatography, filtration/drying.
10. Calibration curves, excel sheet. Analytical techniques for the characterization/evaluation of purity (m.p., UV-Vis, refractometry, polarimetry and potentiometric and volumetric titrations).

**6. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (1.000 carateres).**

O recurso a ferramentas digitais (e.g. B-On, Web of Science) para a realização de pesquisa bibliográfica e a utilização de folhas de cálculo (Excel) permitem ao aluno adquirir competências para a elaboração de relatórios (objetivo 1). O aluno é instruído relativamente ao equipamento de proteção individual e coletiva a utilizar e também no manuseamento, armazenamento e segregação de reagentes/solventes (objetivo 4).

O plano de trabalhos proposto habilita os alunos a realizar registos experimentais no caderno de laboratório, a interpretar resultados, a identificar material e equipamento científico, a executar operações unitárias e ainda a utilizar técnicas instrumentais de análise (objetivos 1-9).

Pretende-se que no final da UC, o aluno esteja apto a propor metodologias para a resolução de novas situações e consiga selecionar das técnicas disponíveis, quais as mais adequadas para a obtenção, quantificação e/ou caracterização de compostos (objetivos 1-10).

**6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (1.000 carateres).**

The use of digital tools (e.g., B-On, Web of Science, to carry out bibliographic research and the use of spreadsheets (Excel) enable the student to acquire proficiency in preparing reports (objective 1). The student is instructed on the individual and collective protective equipment to be used and on the handling, storage, and segregation of reagents/solvents (objective 4).

The proposed work plan aids students to make experimental records in the laboratory notebook, interpret results, identify scientific material and equipment, perform unit operations, and use instrumental analysis techniques (objectives 1-9).

It is intended that at the end of the UC, the student will be able to propose methodologies for resolving new situations and be able to select from the available techniques which are most suitable for obtaining, quantifying and/or characterizing compounds (objectives 1-10).

**7. Metodologias de ensino (avaliação incluída) (1.000 carateres).**

As aulas decorrem em laboratório com 3,5 h de contacto/semana. As realizações experimentais são antecedidas de exposição dos conteúdos teóricos com apoio de slides ou quadro, necessários à sua compreensão/execução. Os alunos preparam em casa o trabalho experimental a realizar, cálculos e tratamento gráfico.

Esta UC é realizada por avaliação contínua englobando uma componente de avaliação laboratorial e uma componente de avaliação final.

A avaliação laboratorial envolve a resolução de mini-testes (MT), teste de desempenho (TD), caderno de laboratório (CL), questionários (Q) e desempenho experimental (DE).

A avaliação final inclui ainda um relatório (R) e a sua discussão (D).

Para aprovação na UC é necessária a obtenção de 9,50 valores a cada uma das componentes enunciadas (escala de 0-20 valores).

Nota Final (NF):  $NF=0,15(MT+TD)+0,10CL+0,10Q+0,20DE+0,20R+0,25D$ .  $NF \geq 9,50$ .

A avaliação de conhecimentos é distribuída ao longo do período letivo, sem exame final.

**7. Teaching methodologies (including assessment) (1.000 carateres).**

The classes of Laboratory Techniques are held in laboratory (3.5 h/week). Experimental work is preceded by exposure of the theoretical matters, with the support of slides and dashboard.

Students work out-of-class in the preparation of experimental work, calculations, and graphic treatment.

Continuous evaluation comprises a laboratory evaluation and a final evaluation component.

The laboratory assessment covers a quiz (MT) about each practice work, performance test (PT), laboratory notebook (NB), questionnaires (Q), and student performance in laboratory (SP).

The final grade also comprises a final report (R) and its discussion (D).

For approval is required for each individual component a minimum grade of 9.50 points (scale 0-20 points).

Final Mark (FM):  $FM=0.15(QP+PT)+0.10NB+0.10Q+0.20SP+0.20R+0.25D$ .  $FM \geq 9.50$ .

The knowledge assessment is distributed throughout the academic period, without a final exam.

**8. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular (3.000 carateres).**

A Unidade Curricular de Técnicas Laboratoriais tem aulas de 3,5 h/semana durante todo o semestre (previstas 52,5 h de contacto).

A aprendizagem desta UC é realizada em laboratório de química havendo uma sessão que decorre no laboratório de informática onde são exploradas as ferramentas de pesquisa *online* e também *software* de desenho de estruturas químicas, montagens laboratoriais e folha de cálculo *Excel*.

Os conteúdos teóricos de suporte às diferentes técnicas e os protocolos experimentais a executar nas aulas laboratoriais são disponibilizados aos alunos na plataforma Moodle.

Na aula que antecede cada execução experimental é sempre feita uma explicação do protocolo e das técnicas envolvidas com recurso a slides ou quadro, assim como a descrição e o modo de funcionamento dos equipamentos a utilizar. Os alunos são sensibilizados dos cuidados a ter no manuseamento dos reagentes e

produtos obtidos, devendo inteirar-se antecipadamente das propriedades físicas dos mesmos, recorrendo à consulta das fichas de segurança (MSDS - Material Safety Data Sheets).

A metodologia a usar na preparação prévia do trabalho (procedimento experimental e fundamentos teóricos de suporte), a importância da descrição experimental e do registo de resultados no caderno de laboratório é explicada detalhadamente.

A realização experimental decorre em grupo de 2-3 alunos, sendo estes estimulados a definir a melhor estratégia, dividindo tarefas, de forma a rentabilizar o tempo da aula. No início, o aluno realiza um mini-teste individual de resposta rápida com a duração de 10 a 15 minutos de forma a aferir se reúne os conhecimentos mínimos requeridos para a execução do trabalho experimental.

Os alunos são orientados para executarem o protocolo proposto de forma autónoma (seleção e manipulação do material de vidro e equipamento a utilizar, pesagem/medição de reagentes, preparação de soluções, etc.), cumprindo escrupulosamente todos os procedimentos de segurança. O desempenho experimental de cada aluno é permanentemente supervisionado pelo professor, sendo corrigido no imediato qualquer procedimento inadequado. O espírito crítico e o rigor devem sempre acompanhar a realização experimental em curso.

Os conteúdos versados e a metodologia de ensino adotada nas Técnicas Laboratoriais permitem dotar os alunos de competências para a autonomia da prática laboratorial no âmbito das diferentes áreas curriculares do curso. Os alunos adquirem conhecimentos sólidos na execução das boas práticas de laboratório e sensibilidade relativamente aos procedimentos de segurança a adotar.

A avaliação contínua do aluno durante a execução experimental estimula o espírito crítico e promove um desempenho cuidado e organizado.

#### **8. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit's intended learning outcomes (3.000 carateres).**

The Laboratory Techniques have classes of 3.5 h/week (52.5 hours of contact). The learning outcomes are carried out in a chemistry laboratory with a session that takes place in the computer lab where online research tools are explored as well as chemical structure design software, laboratory setups and Excel spreadsheets.

The theoretical contents of support to the different techniques and the experimental protocols are available to the students. In the class that precedes each experimental procedure, an explanation of the protocol and the techniques involved with slides and dashboard, as well as the description of the equipment to be used. Students are made aware of the care they must take when handling the reagents and products obtained. They should be informed in advance of the physical properties of the reagents and check the Material Safety Data Sheets (MSDS). The methodology to be used in the previous preparation of lab sessions (experimental procedure and theoretical support), the importance of the experimental description and data results in the laboratory notebook is explained in detail.

The practical sessions will develop in group of 2-3 students, who are stimulated to define the best strategy and tasks. Before experimental work, the student performs an individual quiz (10-15 minutes).

Students are trained to execute the experimental procedure (selection and manipulation of glassware and equipment, weight/measure, solutions, etc.), scrupulously observing all safety procedures. The experimental performance of each student is permanently supervised, and any unsuitable procedure is corrected immediately. Critical spirit and rigor must always accompany the ongoing experimental procedure.

The contents and the methodology of teaching adopted in the Laboratory Techniques allow the students to have the skills to autonomy the laboratory practice within the different curricular areas of the course. Students acquire solid knowledge in the implementation of good laboratory practice and sensitivity regarding safety procedures to be adopted.

The student's ongoing assessment during the experimental practice stimulates their critical spirit and promotes a careful and organized performance.

#### **9. Bibliografia de consulta/existência obrigatória (1.000 carateres).**

1. (2017). *Safety in Academic Chemistry Laboratories* (8<sup>th</sup> ed.). American Chemical Society.
2. Pombeiro, A. J. L. (2003). *Técnicas e Operações Unitárias em Química Laboratorial* (4<sup>a</sup> ed.). Fundação Calouste Gulbenkian.
3. Pavia, D. L., Kriz, G. S., Lampman, G. M., & Engel, R.G. (2018). *A Microscale Approach to Organic Laboratory Techniques* (6<sup>th</sup> ed.). Brooks/Cole.
4. Afonso, C. A. M., Simão, D. P., Ferreira, L. P., Serra, M. E. S., & Raposo, M. M. M. (2011). *100 Experiências de Química Orgânica*. IST Press.

5. Afonso, C. A. M., Candeias, N. R., Simão, D. P., Trindade, A. F., Coelho, J. A. S., Tan, B., & Franzén, R. (2017). *Comprehensive Organic Chemistry Experiments for the Laboratory Classroom*. Royal Society of Chemistry.
6. Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2014). *Fundamentals of Analytical Chemistry* (9<sup>th</sup> ed.). Thomson Brooks/Cole.
7. Harris, D. C. (2015). *Quantitative Chemical Analysis* (9<sup>th</sup> ed.). W. H. Freeman.

---

<sup>1</sup> Anual, semestral, trimestral, ...

<sup>2</sup> Número total de horas de trabalho.

<sup>3</sup> Discriminadas por tipo de metodologia adotado (T - Ensino teórico; TP - Ensino teórico-prático; PL - Ensino prático e laboratorial; TC - Trabalho de campo; S - Seminário; E - Estágio; OT - Orientação tutorial; O - Outro).

<sup>4</sup> Assinalar sempre que a unidade curricular seja optativa.