

---

## 1. Caracterização da Unidade Curricular

### 1.1 Designação

[2120] Laboratórios de Engenharia Química 1 / Chemical Engineering Laboratory 1

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

CEE

### 1.3 Duração

Unidade Curricular Semestral

### 1.4 Horas de trabalho

94h 30m

### 1.5 Horas de contacto

Total: 47h 00m das quais P: 45h 00m | O: 2h 00m

### 1.6 ECTS

3.5

### 1.7 Observações

Unidade Curricular Obrigatória

---

## 2. Docente responsável

[678] António Jorge Velez Marques

---

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

[678] António Jorge Velez Marques | Horas Previstas: 45 horas

[1192] João Miguel Alves da Silva | Horas Previstas: 45 horas

[1334] Ângela Maria Pereira Martins Nunes | Horas Previstas: 45 horas

[1763] Luís Miguel Minhalma | Horas Previstas: 45 horas

---

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

1. Planear, desenvolver, aplicar, executar e otimizar experiências tendo como base os conteúdos das disciplinas de Processos Industriais, Processos de Separação Avançados, Reactores Heterogéneos e Catálise (perfil Processos Químicos), Métodos de Análise Avançados ou Biotecnologia Avançada (perfil Bioprocessos).
2. Validar e integrar experimentalmente os conceitos apreendidos nas disciplinas focadas.
3. Conceber, executar e operar sistemas no âmbito de processos químicos ou bioprocessos.
4. Investigar e inovar quando na procura de soluções técnicas ou científicas para problemas no âmbito da Engenharia Química ou Biotecnologia.
5. Extrapolar resultados e conclusões obtidos em equipamentos de dimensão laboratorial para equipamentos de dimensão piloto e industrial.
6. Liderar e cooperar no trabalho em equipa.

---

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

1. Plan, develop, apply, execute, and optimize experimental works in scientific fields of Industrial processes, Catalysis, Separation Processes, Analytical Methodologies and Biotechnology.
2. Apply and validate theoretical knowledge.
3. Conceive, execute and operate system processes.
4. Research and innovate where technical solutions are needed.
5. Analyse, discuss and conclude about multiple results from experimental data and extrapolate to higher scale equipments and processes.
6. Work, cooperation and leadership within teams.

---

**5. Conteúdos programáticos**

- Cada grupo realiza 3 trabalhos experimentais dum conjunto de experiências disponíveis e correspondentes às matérias lecionadas nas UCs referidas no ponto 1 dos objectivos de aprendizagem. Os trabalhos disponíveis são preferencialmente da área de processos químicos. Trabalhos exemplo:
1. Modificação e estudo de aplicação de catalisadores heterogéneos em reacções modelo.
  2. Estudo da reacção de inversão da sacarose em reactor catalítico de leito fixo.
  3. Extração Supercrítica de componentes de interesse industrial/comercial.
  4. Obtenção de Biodiesel de óleo vegetal.
  5. Síntese ou modificação de polímeros com vista à sua aplicação em membranas/filmes/fibras.
  6. Aplicação de membranas na separação de misturas de compostos.
  7. Valorização de desperdícios poliméricos por decomposição termoquímica (pirólise, cracking) em óleos e gases.
  8. Destilação em contínuo de misturas binárias; simulação e modelação.
  9. Refinação de um óleo vegetal bruto.
  10. Obtenção de Pasta Celulósica em reactor CSTR fechado.

---

**5. Syllabus**

Each group carries out 3 experimental assignments from a set of available experiments corresponding to the subjects taught in the UCs referred to in point 1 of the learning objectives. The works available are preferably in the area of chemical processes.

Example:

1. Modification and application of heterogeneous catalysts in model reactions.
2. Saccharose inversion reaction in a catalytic fixed bed reactor.
3. Supercritical extraction of industrial/comercial interesting compounds.
4. Biodiesel from a vegetable oil.
5. Synthetic modification of cellulose for membrane/film/fiber use.
6. Mixture separation by membrane system filtration.
7. Valorisation of biomass residues by thermolytic liquefaction.
8. Continuous distillation of a binary system.
9. Refining of crude vegetable oil.
  
10. Pulping of a lignocellulosic material in a closed stirred batch reactor

---

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

LEQ1 é uma UC experimental na qual o aluno cimenta e complementa os conhecimentos adquiridos nas UCs teóricas através da experimentação/aplicação dos conceitos. A UC compreende a realização de 3 trabalhos, cada um numa área científica diferente, tendo por base a aplicação dos conceitos apreendidos nas UCs leccionadas no mesmo semestre, com recurso a equipamento à escala laboratorial/piloto. Os temas base de cada trabalho têm como denominador comum a realidade industrial observada a uma escala palpável e extrapolável. Os trabalhos são realizados com docentes especialistas de cada área em contacto estreito, desafiador e interativo com os alunos. A discussão da execução, dos resultados, do tratamento de dados e/ou sua simulação e a sua comparação com a realidade industrial ao nível de processo e produto permite que os alunos cimentem os conhecimentos adquiridos nas UCs teóricas assim como adquirir novas competências experimentais e aumentar a experiência de trabalho em equipa.

---

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

The LEQ1 curricular unit is an experimental course in which is expected that the student cements the theoretical knowledge acquired in other courses by direct applied experimentation. 3 experimental works are done in 3 different scientific areas with some industrial relationship and supported by lab scale equipment. The basic themes of each work have as their common denominator the industrial reality observed on a palpable and extrapolable scale. The close support, challenge and active interaction by the professor, an expertise in the field, the discussion of work events, results, parameters, comparison of the real data with simulation, observation of products/process and comparison with industrial reality, allows that different knowledge interconnects and cements. Brotherhood relations and leadership can be developed within the work environment.

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

3 trabalhos experimentais em 3 áreas científicas diferentes realizados em laboratórios da especialidade. Utilização de equipamento específico, incluindo analítico, software ou protótipos. A execução dos trabalhos é feita em grupo e acompanhada por docente especializado que interage com os alunos. Diferentes grupos usam diferentes parâmetros de modo a enriquecer a aprendizagem. Cada trabalho envolve um relatório (R1, R2, R3). Cada grupo realizará um relatório final (Rf) com um maior conjunto de dados para apreciação. Cada aluno terá uma nota de desempenho em cada trabalho (D). O relatório final é alvo de apresentação pública (Ap) perante todos os docentes da UC.

**Avaliação distribuída sem exame final :**

Envolve as notas dos 3 relatórios (R1, R2 e R3), desempenho nos 3 trabalhos (D1, D2 e D3), relatório final (Rf) e apresentação do relatório final (Ap), N (nota):

$$NRm = (R1+R2+R3)/3; NRm \geq 9.5$$

$$NRf \geq 9.5$$

$$NDm = (D1+D2+D3)/3; NDm \geq 9.5$$

$$NAp \geq 9.5$$

$$NF = (NRm+NRf+NDm+NAp)/4; NF \geq 9.5$$

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

3 experimental works in 3 different scientific areas carried out in specialty laboratories. Use of specific equipment, including analytical, software or prototypes. The work is carried out in groups and accompanied by a specialized teacher who interacts with the students. Different groups use different parameters in order to enrich learning. Each job involves a report (R1, R2, R3). Each group will produce a final report (Rf) with a larger set of data for consideration. Each student will have a performance grade for each assignment (D). The final report is subject to public presentation (Ap) before all UC professors.

**Distributed assessment without final exam:**

Evaluation includes the 3 reports (R1, R2 e R3), performance in each lab. work (D1, D2 e D3), final report (Rf) and final presentation (Ap), N (grade):

$$NRm = (R1+R2+R3)/3; NRm \geq 9.5$$

$$NRf \geq 9.5$$

$$NDm = (D1+D2+D3)/3; NDm \geq 9.5$$

$$NAp \geq 9.5$$

$$\text{Final grade } NF = (NRm+NRf+NDm+NAp)/4; NF \geq 9.5$$

---

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

A cementação do conhecimento, principalmente da sua interligação e transversalidade, está relacionado com a sua experimentação. A execução experimental de trabalhos de conteúdo processual ou produto intimamente ligados ao mundo industrial/económico/social é um factor de ligação e motivação para a aprendizagem de conteúdos. A execução em equipamentos de pequena escala permite mimicar os processos industriais favorecendo assim a cementação da aprendizagem e mitigar os efeitos de aumento de escala que o aluno terá que enfrentar no mercado de trabalho. O desafio e interação do docente com o grupo de trabalho que, de forma sistemática, chama a atenção para os acontecimentos da realização experimental e para a sua sustentação no conhecimento teórico e para a comparação aos processos e produtos reais permite despertar o interesse do aluno para a aprendizagem dos temas que compõem o trabalho.

---

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

The knowledge cementation, namely of its cross interconnection, is related with experimentation, more experience is acquired with more and longer time experimentation. The practice of laboratory works involving subject topics linked to known industrial processes and/or products is a motivating factor for student learning. The use of lab equipments allow to mimic industrial processes and reinforce the student knowledge and mitigate the upscale factor when student initiates its professional life in a real enterprise. The systematic and active interaction by the professor, challenging the group to note the experience events and calling for theoretical explanations and comparison with industrial processes and products allow the student awakening for the subjects in question.

---

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

1. Patience, Gregory S., "Experimental Methods and Instrumentation for Chemical Engineers", Elsevier, 2nd Ed., 2018.
2. Seader, J.D., Henley, E.J., "Separation Process Principles", Wiley, 2nd Ed., New York, 2006.
3. Weissermel, K., Arpe, H. J., "Industrial Organic Chemistry", 4th ed. Wiley-VCH, 2003.
4. Ertl, G., H. Knozinger, J. Weitkamp, "Handbook of Heterogenous Catalysis", Wiley VCH, (Vol: 1,2,3,4,5 ), 1999.

---

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



Ficha de Unidade Curricular A3ES  
Laboratórios de Engenharia Química 1  
Mestrado em Engenharia Química e Biológica  
2024-25

---

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