

**Unidade Curricular (português):**

Laboratórios de Engenharia Química 1

**Curricular unit (inglês):**

Chemical Engineering Laboratories 1

**Docente responsável**

**Nome completo: António Jorge Velez Marques**

**Número de horas de contacto na unidade curricular: 45**

**Outros docentes:**

João Miguel Alves da Silva

José Augusto Paixão Coelho

Angela Maria Pereira Martins Nunes

Luis Miguel Minhalma

Rita Isabel Dias Pacheco

**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, Reatores 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.

**Learning outcomes of the curricular unit:**

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 equipment and processes.
6. Work, cooperation and leadership within teams.

**Conteúdos programáticos:**

Cada grupo realiza 3 trabalhos de um conjunto de trabalhos disponível, cada uma área científica correspondente e referente às UCs acima referidas. 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 reator 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. Caracterização e aplicação de microorganismos/enzimas em síntese.
10. Obtenção de Pasta Celulósica em reator CSTR fechado.

**Syllabus:**

Each group carries out 3 works of a set of works available, each one corresponding to a scientific area and referring to the above UCs. The works available are preferably from the area of chemical processes. Example works:

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. Characterization and application of microorganisms/enzymes in synthesis.
10. Pulping of a lignocellulosic material in a closed stirred batch reactor

**Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos da unidade curricular:**

Pretende-se com esta disciplina que o aluno cimente os seus conhecimentos teóricos pela aplicação e experimentação dos mesmos. Para tal são realizados 3 trabalhos experimentais, cada um numa área científica diferente, tendo por base a aplicação dos conceitos apreendidos nas UCs lecionadas 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.

**Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives:**

With this curricular unit it is intended that students cement theoretical and practical knowledge by direct applied experimentation. To achieve that 3 experimental works are done in 3 different scientific areas with some industrial relationship and supported by lab scale equipment. 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.

**Metodologias de Ensino (avaliação incluída):**

3 trabalhos experimentais em 3 áreas científicas diferentes realizados em laboratórios da especialidade. Os trabalhos envolvem a utilização de equipamento específico (ex. reactores, coluna de destilação, extracção supercrítica, membranas), incluindo analítico (ex. FTIR, GC-MS), software de simulação ou protótipos (pirólise). A realização dos trabalhos aproxima-se do mundo real. A execução dos trabalhos é feita em grupo e acompanhada por docente especializado que interage activamente com os alunos.

Um mesmo trabalho é realizado com diferentes parâmetros de modo a enriquecer a aprendizagem.

Avaliação contínua:

Envolve notas de 3 relatórios (R1, R2 e R3), desempenho em 3 trabalhos (D1, D2 e D3), relatório final (Rf) e apresentação (Ap)

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

$$NRf \geq 9.5$$

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

$$NAp \geq 9.5$$

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

**Teaching methodologies (including evaluation):**

3 experiments in group, in 3 different scientific areas, in the appropriate laboratory. Students have to prepare and execute experimental protocols which use specialized equipment (ex: distillation column, reactors, supercritical extraction, membrane apparatus), including analytical (GC-MS, FT-IR), simulation software and or prototypes (pyrolysis). Students are exposed to lab. works that are closer to work field reality and are closely followed by an expert professor that actively interacts with the students.

Continuous evaluation:

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

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

$$NRf \geq 9.5$$

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

$$NAp \geq 9.5$$

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

**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 fator 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.

**Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the 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 equipment allows 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.

**Bibliografia principal:**

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.