instituto superior de engenharia de lisboa

Ficha de Unidade Curricular A3ES
Análise Química
Licenciatura em Engenharia Química e Biológica

2025-26

1. Designação da unidade curricular

[2148] Análise Química / Chemical Analysis

2. Sigla da área científica em que se insere	CQB
3. Duração	Unidade Curricular Semestral
4. Horas de trabalho	108h 00m
5. Horas de contacto	Total: 60h 00m das quais T: 30h 00m | TP: 15h 00m | P: 15h 00m
6. % Horas de contacto a distância	Sem horas de contacto à distância
7. ECTS	4
8. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular	[1528] Hugo Filipe Félix Antunes da Silva | Horas Previstas: 720 horas
9. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular	[1362] Nelson Alberto Frade da Silva | Horas Previstas: 180 horas

10. Objetivos de aprendizagem e a sua compatibilidade com o método de ensino (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes).

No contexto atual da grande diversidade de métodos de análise para recolha de informação sobre a composição e estrutura da matéria, a Unidade Curricular de Analise Química tem como principais objetivos:

1. Dar a conhecer os fundamentos teóricos de diversos métodos instrumentais de análise.
2. Permitir que os alunos conheçam os principais componentes do equipamento de análise e compreendam os princípios básicos do seu funcionamento.
3. Discutir a gama de aplicação das diferentes técnicas de análise, suas vantagens e limitações;
4. Ensinar e aplicar princípios e técnicas de amostragem.
5. Criar competências de modo que os alunos possam programar uma análise e selecionar a técnica instrumental mais adequada ao caso em estudo.
6. Possibilitar a aplicação experimental de métodos instrumentais de análise para obtenção de informação qualitativa e quantitativa sobre a composição de amostras.
7. Apresentar e aplicar conceitos fundamentais sobre análise estatística de resultados.

10. Intended Learning objectives and their compatibility with the teaching method (knowledge, skills and competences by the students).

Nowadays, considering the great diversity of analytical methods used to collect information about the composition and structure of matter, the Curricular Unity of Chemical Analysis has as main goals:

1. Promote the knowledge of theoretical principles applied in several instrumental techniques.

2. Enable students to know about the major components of the analytical equipment and understand the basic principles of their operation.

3. Discuss the range of application, the strengths and limitations of each analytical technique.

4. Teach and apply principles and techniques of sampling.

5. Create competences so that the students can program an analysis and select the instrumental technique(s) most appropriate to the case under study.

6. Enable the experimental application of different instrumental methods to obtain qualitative and quantitative information about samples composition.

7. Present and apply fundamental concepts on statistical analysis of results.

11. Conteúdos programáticos

1. Introdução à Análise Química Quantitativa:

   Classificação dos métodos de análise. Medição de propriedades. Técnicas de calibração (curva de calibração,

   adição de padrão e padrão interno). Sensibilidade, limites de deteção e quantificação, repetibilidade, precisão e exatidão de um método analítico. Fundamentos sobre validação de métodos de análise. Noções sobre análise estatística de resultados.

1. Princípios e técnicas de amostragem:

   Plano de amostragem. Esquema de amostragem. Amostragem de sólidos e líquidos.

1. Espectroscopia absorção atómica e molecular e espectroscopia de emissão:

   Espectrometria de absorção molecular no UV-Vis. Espectrometria de absorção atómica (chama e

   eletrotérmica). Espectrometria de emissão atómica (chama e plasma induzido).

1. Fundamentos de espectrometria de massa.
2. Métodos eletroanalíticos:

   Potenciometria e Voltametria.

1. Métodos de separação:

   Eletroforese. Cromatografia gasosa. Cromatografia líquida de alta eficiência.

1. Breves noções sobre técnicas hifenadas.

11. Syllabus

1. Introduction to Quantitative Chemical Analysis:

   Classification of the analytical methods. Measurement of properties. Calibration techniques (calibration

   curve, standard addition and internal standard). Sensitivity, limits of detection and quantification, repeatability, precision and accuracy of an analytical method. Fundamentals of analytical methods validation. Fundamentals about statistical analysis of results.

2. Sampling principles and techniques:

   Sampling plan. Sampling scheme. Sampling of solids and liquids.

3. Atomic and molecular absorption spectroscopy and emission spectroscopy:

   Molecular absorption spectrometry in UV-Vis. Atomic absorption spectrometry (flame and electrothermal).

   Atomic emission spectrometry (flame and induced plasma).

4. Fundamentals of mass spectrometry.

5. Electroanalytical methods:

   Potentiometry. Voltammetry.

6. Methods of separation:

   Electrophoresis. Gas chromatography. High performance liquid chromatography.

7. Brief notions about hyphenated techniques.

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

No programa de Análise Química são apresentadas as principais técnicas instrumentais utilizadas em laboratórios de análise. Nos conteúdos programáticos dá-se especial relevo ao fundamento teórico de cada uma das técnicas instrumentais e às suas aplicações, bem como a aspetos relacionados com os principais componentes do equipamento e seu modo de funcionamento. O programa prevê que os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas sejam aplicados em aulas teórico-práticas e consolidados em sessões laboratoriais. Estão previstas 5 sessões de laboratório: Técnicas de amostragem e conceitos fundamentais de análise estatística para aplicar no tratamento dos resultados; Análise quantitativa de amostras reais através de espectrometria de absorção (atómica ou molecular), Análise quantitativa de amostras reais através de espectrometria de emissão atómica, Técnicas potenciométricas e voltamétricas em amostras reais e Análise qualitativa e quantitativa de amostras por cromatografia gasosa e HPLC.

12. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit´s intended learning outcomes

In Chemical Analysis program are presented the main instrumental techniques used in analysis laboratories. In the syllabus, special emphasis is given to the theoretical foundation of each of the instrumental techniques and their applications, as well as aspects related to the main components of the equipment and its operation mode. The program provides that the knowledge acquired in the theoretical classes will be applied in theoretical-practical classes and consolidated in laboratory sessions. Five laboratory sessions are proposed: Sampling techniques and fundamental concepts of statistical analysis to apply in the treatment of results; Quantitative analysis of samples using absorption spectrometry (atomic or molecular), Quantitative analysis of samples using atomic emission spectrometry, Potentiometric and voltametric techniques in real samples and Qualitative and quantitative analysis of samples by gas chromatography and HPLC.

13. Metodologias de ensino e de aprendizagem específicas da unidade curricular articuladas com o modelo pedagógico

As aulas teóricas (T) seguirão um modelo expositivo-interactivo, sendo acompanhadas por diapositivos que estarão disponíveis na plataforma MOODLE. Nas aulas teórico-práticas (TP), serão resolvidos exercícios de aplicação e debatidos casos de estudo. As aulas práticas laboratoriais (PL) complementam a componente teorica aplicada da unidade curricular, sendo de frequência obrigatória, tal como a realização dos trabalhos práticos.

13. Teaching and learning methodologies specific to the curricular unit articulated with the pedagogical model

The theoretical lessons (T) will follow an expository-interactive model, accompanied by slides available on the MOODLE platform. In theoretical-practical lessons (TP), application exercises will be solved, and case studies will be discussed. Laboratory practical sessions (LP) complement the application to the curricular unit. LP are mandatory, as is the completion of practical work

14. Avaliação

Os momentos de avaliação da PL são o desempenho do aluno, relatórios , folhas de análise e mini-testes. Classificação final da PL (CPL) >= 9,50 v. Apresentação e discussão do(s) trabalhos quando necessário.

Avaliação distribuída com exame final, sem a realização de exames parciais nas épocas de recurso e especiais.

Dois testes escritos (TE1 e TE2): TE1 e TE2 >= 8,00 v. com média ponderada de TE1 e TE2 >= 9,50 v. (CTE) ou um exame com classificação final (CFE) >= 9,50 v.

Classificação Final (CF): CF = CTE x 0,70 + 0,30 x CPL ou CF = CFE x 0,70+ 0,30 x CPL.

CF >= 9,50 v.

14. Assessment

The LP assessment moments are student performance, reports, analysis sheets and quizzes. LP Final classification (CLP) >= 9.50 values. Presentation and discussion of work(s) when necessary.

Distributed assessment with final exam, without partial exams.

Two written tests (WT1 and WT2): WT1 and WT2 >= 8.00 v., with a weighted average of WT1 and WT2 >= 9.50 v. (CWT) or, one exam with a final classification (CFE) >= 9.50 v.

Final Classification (FC): FC = CWT x 0.70 + CLP x 0.30 or FC = CFE x 0.70 + CLP x 0.30.

FC >= 9.50 v.

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

O ensino da Análise Química decorre em aulas teóricas, teórico-práticas e de laboratório. Cada aula teórica ou teórico-prática tem a duração de 1,5 horas, estando previstas 20 aulas teóricas (30 horas) e 10 sessões teórico-práticas (15 horas) por semestre. Quanto às aulas de laboratório podem decorrer durante 3 ou 4 horas, estando previstas 5 sessões por semestre (15 horas). Nas aulas teóricas são apresentados métodos instrumentais de análise de uso frequente em laboratório, com relevância e adequados a um curso e Licenciatura. Os fundamentos teóricos das diversas técnicas analíticas são dados em detalhe bem como a descrição e funcionamento dos principais componentes do equipamento para que os alunos possam compreender o processo a que está sujeita a amostra ao ser analisada e entendam o significado do resultado obtido. A gama de aplicação dos diversos métodos, suas vantagens e limitações são também abordadas em pormenor. Durante a exposição recorre-se frequentemente a exemplos que são discutidos com os alunos, estabelecendo comparações entre várias técnicas de análise de modo a escolher a(s) mais adequada(s) ao caso em estudo. Nas aulas teóricas são também explicados os diferentes métodos de calibração de modo que os alunos se apercebam da sua importância e entendam as suas diferenças para que os possam aplicar em laboratório. Os princípios e as técnicas de amostragem que fazem parte do programa de Análise Química são também explicados nas aulas teóricas de modo que os alunos fiquem a conhecer os diferentes métodos de recolha de amostras, os cuidados a ter e se apercebam da importância desta etapa no processo de análise. Nas aulas teórico-práticas são resolvidos exercícios sobre temas de todos os capítulos com o objetivo de aplicação de conceitos em casos concretos de análise. Os alunos têm acesso a problemas para resolver autonomamente fora das horas de contacto. Com esta metodologia de ensino é possível cumprir os objetivos 1, 2, 3 e 5 que foram definidos para a unidade curricular. As aulas de laboratório são orientadas para os alunos adquirirem experiência em análise química. Os alunos recolhem amostras, preparam soluções padrão e aplicam métodos de calibração, manipulam equipamento, utilizam o software associado ao equipamento para definir e controlar condições experimentais e recolher resultados, adotam procedimentos de rigor e desenvolvem espírito crítico. Os trabalhos de laboratório aplicam conceitos que foram previamente lecionados nas aulas teóricas ou teórico-práticas e são objeto de relatórios a elaborar pelos alunos nos quais deve constar um breve tratamento estatístico de resultados. Este modo de ensino permite cumprir os objetivos que foram estabelecidos para a unidade curricular em particular os definidos nos pontos 4, 6 e 7.

15. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit´s intended learning outcomes

Teaching of Chemical Analysis takes place in theoretical, theoretical-practical and laboratory classes. Each theoretical or theoretical-practical class lasts 1.5 hours, with 20 theoretical classes (30 hours) and 10 theoretical-practical sessions (15 hours) per semester. The laboratory can take place for 3 hours, being scheduled 5 per semester (15 hours). Instrumental methods of analysis of frequent use in the laboratory, with relevance and suitability to this course are presented in the theoretical classes. The theoretical fundamentals of the different analytical techniques are given in detail. The description and operation of the main components of the equipment is also explained so that the students can understand the process to which the sample is submitted in the analysis and understand the meaning of the obtained result. The range of application of the various methods, their advantages and limitations are also discussed in detail. During the explanation, examples are often used for discussion with students, comparisons between various techniques of analysis are also performed to choose the most appropriate(s) to the case under study. In theoretical classes, the different calibration methods are also explained so that the students are aware of their importance and may understand their differences with the aim to use these methods in the laboratory. The principles and techniques of sampling are also explained in the theoretical classes so that the students get knowledge about the different methods of sampling, the care to be taken and are aware of the importance of this stage in the analytical procedures.

In the theoretical-practical classes exercises about themes of all the chapters are solved with the aim of concepts application in analytical problems. Students have access to exercises to solve autonomously outside the contact hours. With this teaching methodology, it is possible to fulfill the goals 1, 2, 3 and 5 that were defined for the curricular unit.

The lab classes are taught to students gaining experience in chemical analysis. Students collect samples, prepare standard solutions, and apply calibration methods, manipulate equipment, use software associated with equipment to define and control experimental conditions and collect results, adopt rigorous procedures, and develop critical thinking. The laboratory works apply concepts that were previously taught in theoretical or theoretical-practical classes and are subjected to reports by the students in which a brief statistical treatment of results should be included. This way of teaching allows the goals set out in the curricular unit, namely those defined in points 4, 6 and 7, to be met.

16. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

1. Skoog, D.A., Holler, F.J., Crouch, S.R. (2017). *Principal of Instrumental Analysis* . (7 th ed.) Sunder College Publisher, New York.
2. Harris, D.C. (2015). *Quantitative Chemical Analysis* . (9 th ed.) W. H. Freeman and Co.
3. Skoog, D.A., Holler, West, D.M., Holler, F.J, Crouch, S.R. (2014). *Fundamentals of Analytical Chemistry* . (9 th ed) Cengage Learning.
4. Gonçalves, M. L. S. S. (2001). *Métodos Instrumentais para a Análise de Soluções/Análise Quantitativa* (4ªed.) Fundação Calouste Gulbenkian.
5. Christian, G.D., Dasgupta, P.K., Schug, K.A. (2013). *Analytical Chemistry* . (7 th ed.) John Wiley & Sons.
6. Miller J.C., Miller J.N. (2005). *Statistics for Analytical Chemistry.* (5 th ed.) Ellis. Horwood: Chichester.

17. Observações

Unidade Curricular Obrigatória

Data de aprovação em CTC: 2025-07-30

Data de aprovação em CP: 2025-07-29