

O Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra e os seus Cursos



Com a criação da Faculdade de Ciências e Tecnologia, em 1972, a Universidade de Coimbra passou a ser a terceira dentre as universidades portuguesas (de hoje) a oferecer licenciaturas completas nas especialidades tradicionais de Engenharia, incluindo a de Engenharia Química. Isto significa que existem engenheiros químicos diplomados por Coimbra desde 1975, num total que presentemente se aproxima das quatro centenas.

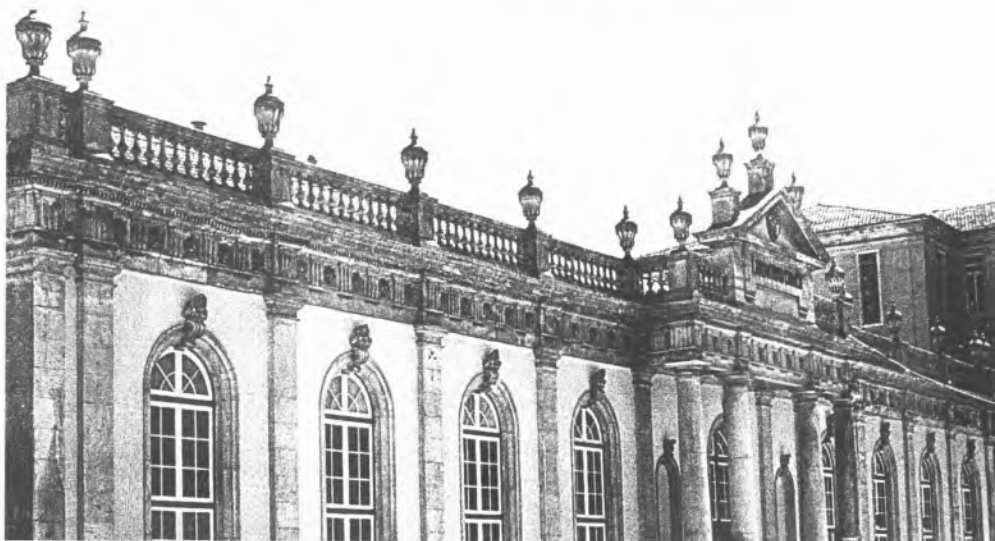
O curso actualizou-se e evoluiu desde então. No figurino actual, que data de 1984/85, manteve-se (e desenvolveu-se) a forte componente computacional que sempre caracterizou a licenciatura de Coimbra, sem descuidar a base físico-química que lhe dá suporte. A lógica da arquitectura do curso (vide Quadro I) é a da "engenharia do processo" e não a da "química industrial", adoptada noutras Escolas. Embora os dois primeiros anos sejam fundamentalmente dedicados à formação básica dos estudantes — Matemática, Computação, Física e Química — não deixam de incluir, logo de início, elementos importantes de contacto com a profissão e aplicações das ciências fundamentais a problemas da especialidade. Houve a preocupação de trazer os alunos ao Departamento de Engenharia Química (DEQ) a partir do 1º ano, dando-lhes a oportunidade de se familiarizarem desde logo com o próprio Departamento e com a problemática e a linguagem da Engenharia Química. Na disciplina de "Introdução" procura-se dar aos estudantes uma visão integrada, sintética, da especialidade e da profissão. Depois de lhes ser apresentada uma panorâmica da actividade do engenheiro químico, em seminários conduzidos por profissionais seniores e pelos professores do DEQ, e de lhes ser fornecida uma ferramenta essencial para o que vai seguir-se — o *flowsheeting* (incluindo a operação de programas computacionais específicos) — cada aluno é solicitado a redigir um ensaio monográfico sobre "A Indústria de ..." ou, mais frequentemente, sobre "A Produção Indus-

trial de ..." um produto químico, seleccionado de entre os cem ou duzentos com maior importância económica. O ensaio, que é um trabalho essencialmente bibliográfico, não o é em exclusividade, proporcionando frequentemente ao jovem estudante o ensejo de uma primeira visita a instalações fabris, em regra por sua própria iniciativa. Para além dos diagramas de fabrico, das correspondentes memórias descritivas e das características do produto, a monografia (para que se exige grande rigor formal) deverá focar importantes aspectos ligados à produção industrial: volumes de produção e capacidade das instalações, custos e preços, aplicações, especificações e graus de pureza do produto, toxicidade, segurança no manuseamento e transporte, poluição e defesa do ambiente associados aos processos de produção.

No DEQ são também ministradas as disciplinas do 2º ano da licenciatura que têm por objectivo fornecer ao aluno os conhecimentos de Matemática Aplicada e de Computação, apresentados *ab initio* no contexto da problemática do próprio curso e da Engenharia Química em geral. O assunto destas disciplinas — "Trata-

mento de Dados Experimentais", "Prática de Computação" e "Métodos Numéricos Aplicados" — aparece, assim, ao estudante como uma necessidade da sua formação técnico-científica e não como mero exercício intelectual desligado das realidades.

Nos dois anos que se seguem (3º e 4º) os alunos são, então, confrontados com o corpo de conhecimentos científicos que constituem a essência da Engenharia Química como especialidade diferenciada e autónoma: dos Fenómenos de Transferência às Operações Unitárias, passando pela Termodinâmica; da Dinâmica de Sistemas à Modelização, Simulação e Controlo de Processos, passando pela Instrumentação, pela Cinética Química e pelos Reactores. O desenvolvimento teórico dos assuntos é acompanhado de uma forte componente experimental, consubstanciada em quatro disciplinas específicas de laboratórios, semestrais, nestes dois anos do curso. No programa de cada uma destas disciplinas são concentrados os trabalhos laboratoriais correspondentes às disciplinas da especialidade ministradas no mesmo semestre curricular. Assim, em Laboratórios de Engenharia



O Laboratório Químico, com o Colégio das Artes em fundo

QUADRO I — Licenciatura em Engenharia Química da FCTUC: plano de estudos

Ano	Disciplinas	regime	h/semana		unid. créd.	área*
			T, P	ou TP		
1º	Análise Matemática I	anual	3	3	8	M
	Física Geral	"	3	3	8	F
	Álgebra Linear e Geometria Analítica	1º sem.	3	3	4	M
	Química Geral I	"	3	—	3	Q
	Química Laboratorial	"	—	6	2	Q
	Química Geral II	2º sem.	3	4	4,5	Q
	Introdução aos Computadores e Programação	"	3	3	4	M
2º	Introdução à Engenharia Química	"	1	2	2	CB
	Análise Matemática II	anual	3	3	8	M
	Tratamento de Dados Experimentais	1º sem.	2	3	3	CB
	Química Orgânica I	"	3	4	4,5	Q
	Química das Soluções	"	2	4	3,5	Q
	Prática de Computação	"	—	3	1	CB
	Métodos Numéricos Aplicados à Engª Química	2º sem.	2	3	4	Q
	Química Orgânica II	"	3	4	4,5	Q
	Química Analítica	"	2	4	3,5	Q
	Termodinâmica e Elementos de Mecânica Estatística	"	3	3	4	F
3º	Dinâmica dos Fluidos	1º sem.	3	3	5	FT
	Termodinâmica Química	"	3	3	5	TA
	Instrumentação e Medidas Industriais	"	2	2	3	CD
	Estequiometria Industrial	"	2	3	4	TA
	Informação Científica e Técnica	"	1	2	1,5	CB
	Laboratórios de Engenharia Química I	"	—	6	2	FT
	Fenómenos de Transferência	2º sem.	3	3	5	FT
	Optimização	"	2	3	4	CD
	Cinética Química Industrial	"	2	3	4	RC
	Propriedades Termofísicas	"	2	2	3	TA
	Operações Unitárias I	"	2	3	4	OU
	Laboratórios de Engenharia Química II	"	—	6	2	OU
4º	Dinâmica de Sistemas	1º sem.	2	3	4	CD
	Operações Unitárias II	"	3	3	5	OU
	Reactores Químicos I	"	2	3	4	RC
	Electricidade e Electrónica Aplicadas	"	2	3	3	EL
	Laboratórios de Engenharia Química III	"	—	3	1	RC
	Opção I	"	3	3	5	—
	Operações Unitárias III	2º sem.	3	3	5	OU
	Desenho Industrial	"	—	3	1	M
	Controlo Automático	2º sem.	2	3	4	CD
	Reactores Químicos II	"	3	3	5	RC
	Laboratórios de Engenharia Química IV	"	—	3	1	OU
	Opção II	"	3	3	5	—
5º	Economia I	1º sem.	3	—	3	E
	Projecto Industrial I (Seminário)	"	—	6	3	P
	Tecnologia de Sólidos	"	2	3	4	OU
	Opção III	"	3	3	5	—
	Seminário I	"	—	10	5	P
	Economia II	2º sem.	3	—	3	E
	Projecto Industrial II (Seminário)	"	—	12	6	P
	Opção IV	"	2	3	4	—
	Seminário II	"	—	10	5	P

* Áreas:

E — Economia, Gestão e Ciências Sociais

EL — Electrotecnia

Q — Química

F — Física

M — Matemática

Engenharia Química:

CB — Ciências Básicas

FT — Fenómenos de Transferência

TA — Termodinâmica Aplicada

OU — Operações Unitárias

P — Projecto, Seminário, Estágio

Química I fazem-se trabalhos de Dinâmica de Fluidos, Termodinâmica Química e Instrumentação. O programa de L.E.Q. II inclui a realização de experiências no âmbito dos Fenómenos de Transferência, da Cinética Química e de algumas Operações Unitárias. Nas disciplinas de L.E.Q. III e IV os alunos dedicam-se à experimentação ligada às Operações Unitárias, aos Reactores Químicos e à Dinâmica e Controlo de Sistemas. Este modelo, ensaiado e posto em prática pela primeira vez em universidades portuguesas no DEQ da (então) Universidade de Lourenço

Marques, em 1970, pela equipa dirigida pelo Professor J.J. Barbosa Romero, oferece vantagens logísticas consideráveis — economia de espaços e de meios humanos e materiais — que hoje parecem começar a merecer aceitação noutros cursos e noutras Escolas. As alegadas dificuldades de natureza pedagógica inerentes à concretização deste sistema, designadamente o problema do eventual desfasamento temporal entre "teoria" e "prática" a que poderá conduzir, são ultrapassáveis através de um cuidadoso planeamento dos trabalhos a executar

pelos alunos. Em todo o caso, a questão afigura-se-nos artificial: como se sabe, no ensino de qualquer matéria de raiz experimental a "aproximação teórica" (em que a exposição da teoria antecede a respectiva ilustração laboratorial) e a "aproximação empírica" (em que o enquadramento teórico se faz após uma primeira abordagem experimental do assunto) são metodologias igualmente válidas, de eficácia potencialmente equivalente.

Do elenco do 3º ano faz igualmente parte uma disciplina semestral de "Informação Científica e Técnica" que tem o duplo objectivo de fornecer aos alunos o conjunto de técnicas que lhes permitam recuperar a informação produzida por outros, dispersa na literatura, e, por outro lado, redigir, organizar e apresentar, na forma canónica, a informação por eles próprios elaborada (comunicações, artigos, relatórios, etc.) Considera-se que numa próxima reestruturação curricular esta disciplina deverá passar, se possível, para o 1º ano do curso.

O 5º ano da licenciatura ocupa-se de matérias que completam a formação dos novos engenheiros: Economia, Gestão e Projecto. Retorna-se, assim, à síntese, em que o processo químico é visto como um todo, cúpula unificadora, indispensável depois da compartimentação analítica característica dos anos curriculares imediatamente anteriores. Para além disto, aos alunos finalistas é pedida a resolução de um problema concreto, de natureza teórica ou aplicada (industrial ou não), cujo desenvolvimento poderá envolver trabalho experimental ou técnicas computacionais avançadas para o aprofundamento da temática específica. Este trabalho é realizado em regime de seminário ("Seminários I e II"), sob orientação de um professor do DEQ, sendo apresentado publicamente e discutido por um júri formal. Em regra, os trabalhos de Seminário, que constituem em muitos casos uma verdadeira introdução à metodologia da investigação científica, conduzem a resultados originais, exploratórios do tema ou, mesmo, publicáveis em revistas adequadas. Estes trabalhos são sempre individuais. Ainda no 5º ano, o plano de estudos da licenciatura inclui as disciplinas de "Tecnologia de Sólidos" (cujo conteúdo corresponde à designação internacionalmente conhecida por *Powder Technology*), com uma importante contribuição laboratorial, e de "Efluentes Industriais" (ministrada como "Opção IV", mas efectivamente oferecida sem alternativa de escolha, atendendo à relevância que se atribui ao assunto no contexto da formação de engenheiros químicos).

Do que ficou dito resulta claro que

na concepção do plano curricular se optou por oferecer um grau único de licenciatura em Engenharia Química, recusando “ramos” ou “especializações” prematuras, que se admite constituírem uma limitação desnecessária para os recém-licenciados à procura do primeiro emprego. Além disto, tem-se como certo que será cada vez mais importante que os novos engenheiros possuam uma sólida formação de base, que lhes permita adaptar-se à rápida evolução das tecnologias. É preciso ter presente que os recém-licenciados de hoje serão, ainda, profissionais activos daqui a 30 ou 40 anos. Provavelmente, nessa longa caminhada as tecnologias do presente tornar-se-ão rapidamente obsoletas, ao contrário da esmagadora maioria das leis físico-químicas e matemáticas, que persistirá. Não obstante isso, é dada ao aluno de licenciatura do DEQ da FCTUC a possibilidade de aprofundar matérias para que se sinta mais vocacionado, através da frequência de disciplinas de opção (nos dois últimos anos do curso), distribuídas por um leque de assuntos flexível e diversificado que abarca a Biotecnologia (com uma significativa componente laboratorial) e os Materiais (incluindo a Engenharia de Polímeros), as Indústrias Químicas (com destaque para a “Tecnologia da Celulose”) e complementos de Matemática Aplicada, Computação e Controlo, como se sistematiza no Quadro II. O estudante poderá, assim, aproximar o plano de curso aos seus interesses pessoais, sem prejuízo duma sólida formação-padrão, relativamente eclética e polivalente, mais consentânea com a estrutura do mercado de trabalho em que irá inserir-se.

Para concluir a licenciatura em Engenharia Química na FCTUC cada aluno deverá obter aprovação em 195 unidades de crédito, distribuídas pelas grandes áreas disciplinares indicadas no Quadro III. Dos números transparece a relevância atribuída às disciplinas do conjunto nuclear da Engenharia Química (i.e., Operações Unitárias, Reactores Químicos e Controlo de Processos, que contribuem com 25% do peso curricular) e o equilíbrio entre o peso relativo das disciplinas fundamentais ($33 + 18 = 51\%$) e o das restantes. A carga escolar semanal, não sendo exagerada, é algo pesada: 29 ± 1 horas/semana, em todos os semestres (de 13 semanas úteis, em 15 nominais) ao longo do curso, em especial se tivermos em conta que a realização de trabalhos não laboratoriais (em Dinâmica de Sistemas, Controlo Automático, Reactores Químicos II, Operações Unitárias II, Economia, Prática de Computação e Métodos Numéricos Aplicados, entre outras) não é, em geral,

contabilizada na distribuição dos tempos lectivos.

A classificação final é obtida pela média aritmética de duas quantidades: a média ponderada das disciplinas da especialidade e a média ponderada de todas as disciplinas do curso, sendo os pesos iguais ao número de créditos de cada uma. Este processo de obtenção da classificação final tem tendido a situá-la, nos últimos anos, em torno dos 13 (ou 12) valores, resultado que na opinião dos alunos os coloca em situação de desfavor relativamente aos licenciados por outras Escolas. Na verdade, atendendo a que a média das classificações de acesso à licenciatura em Engenharia Química da FCTUC (dos 40 candidatos que o *numerus clausus* fixa anualmente) se tem posicionado no topo da tabela nacional (alternando com a FEUP), é de admitir que aquela opinião tenha, também por isto, algum fundamento.

Embora o DEQ ainda não faça uma recolha sistemática de dados referentes ao destino profissional dos seus licenciados (cujo número se indica no Quadro IV) é possível, por amostragem, identificar alguns sectores que ao longo dos últimos anos têm absorvido um número significativo dos engenheiros químicos licenciados pela FCTUC: celulose e papel, cimentos e cerâmica, refinação de petróleos e petroquímica, produtos químicos, informática e gestão (e, mais recentemente, qualidade e ambiente, nas PME's).

Para além das 41 disciplinas semestrais (incluindo opções) que ministra aos 402 alunos (em 1992/93) da licenciatura em Engenharia Química, o DEQ da FCTUC é, também, responsável por um número significativo de disciplinas da licenciatura em Química Industrial, participa na coordenação do curso de licenciatura em Engenharia de Materiais, de que lecciona importante fracção das disciplinas gerais e da especialidade, e tem a seu cargo algumas das opções dos cursos de Engenharia Física, Matemática (Aplicada) e Química, dentre as 19 licenciaturas professadas na Faculdade.

Ao recusar a “especialização” ao nível da licenciatura, o DEQ considera, todavia, que a especialização propriamente dita poderá (e deverá) ser conseguida, depois, em cursos de pós-graduação.

Sem conduzirem formalmente a qualquer grau, têm sido organizados, com maior ou menor frequência, cursos de “Tecnologia de Materiais Granulares e Fibras” (para engenheiros e outros licenciados com actividade na Indústria e nos Serviços) e de “Química Tecnológica”, dirigido a professores do ensino secundário.

QUADRO II. Licenciatura em Engenharia Química da FCTUC: disciplinas de Opção

Assunto genérico	Disciplina	Departamento responsável*
Biotecnologia	Engenharia Bioquímica I	DEQ
	Engenharia Bioquímica II	DEQ
	Efluentes Industriais	DEQ
Materiais/ /Propriedades	Macromoléculas I	DQ
	Macromoléculas II	DQ
	Metalurgia Geral	DEM
	Materiais Não Metálicos	DEM
	Electroquímica e Corrosão	DQ
	Química Física das Superfícies	DEQ
Indústrias/ /Produção	Tecnologia da Celulose	DEQ
	Gestão de Projectos Industriais	DEQ
	Instalações e Serviços Industriais	DEQ
Matemática Aplicada/ /Computação	Sistemas e Processos Químicos I	DEQ
	Sistemas e Processos Químicos II	DEQ
	Sistemas Avançados de Controlo	DEQ
	Processos Descontínuos	DEQ
	Caos e Estabilidade	DEQ
	Introdução à Computação Gráfica	DM
	Visualização e Interação Gráficas	DM

* DEQ — Departamento de Engenharia Química
DEM — Departamento de Engenharia Mecânica
DQ — Departamento de Química
DM — Departamento de Matemática

Quadro III — Estrutura do Plano de Estudos da Licenciatura em Engenharia Química da FCTUC: áreas disciplinares

Áreas (gerais)	em percentagem do total (%)	Áreas (desagregadas)	em percentagem do total (%)
Ciências Básicas	33	Matemática e Computação	13
		Física	6
		Química	14
Engenharia Química	55	Fundamentos	18
		Operações Unitárias	11
		Reactores	7
		Controlo	7
		Projecto Industrial e Seminários	12
Diversas	12	Opções	8
		Outras	4
	100		100

QUADRO IV — Licenciatura em Engenharia Química da FCTUC: *numerus clausus* e número de licenciados

Ano lectivo	Numerus Clausus	Número de Licenciados
1988/89	40	27
1989/90	40	16
1990/91	40	22
1991/92	44	33
1992/93	40	19

O DEQ oferece regularmente, desde 1992, um curso de mestrado em Engenharia Química com duas áreas de especialização: Processos Químicos e Engenharia Industrial, frequentado por químicos, bioquímicos, farmacêuticos e engenheiros de diversas formações (mecânicos, químicos, electrotécnicos). O número de mestrandos tem-se mantido nas três edições do curso já iniciadas: 13 (em 1992), 10 (em 1993) e 17 (em 1994).

Presentemente preparam o doutoramento no DEQ de Coimbra 13 candidatos, dos quais cinco são bolseiros sem

vínculo à instituição. As áreas científicas a que se dedicam integram-se na actividade do Centro de Investigação em Engenharia dos Processos Químicos e dos Produtos da Floresta, sediado no Departamento. Os grupos de investigação actualmente constituídos desenvolvem trabalhos de pesquisa nos seguintes domínios científicos: Termodinâmica e Propriedades Termofísicas dos Fluidos, Tecnologia de Partículas e de Sistemas Multifásicos, Engenharia Bioquímica e Biotecnologia, Simulação e Optimização Energética, Engenharia da Reacção Química, Engenharia de Sistemas e Controlo de Processos, Modelação e Métodos Matemáticos em Processos Químicos e Engenharia Química dos Produtos da Floresta.

Atendendo a que às vagas abertas em cursos ministrados no DEQ concorre, por via de regra, um número de candidatos dez vezes superior, não é prática do Departamento publicitá-los na Imprensa e nos outros *media*.

Para a manutenção do seu funcionamento regular o DEQ da FCTUC conta com o apoio de doze funcionários (técnicos, administrativos e auxiliares). A biblioteca departamental, em que se investe quase um terço do orçamento anual, assina regularmente cerca de 80 títulos das

mais significativas revistas científicas internacionais da especialidade e conta com um acervo próximo dos 2000 volumes. Existe, também, uma oficina na qual tem sido concebida e executada a maior parte do equipamento laboratorial necessário aos 50 a 60 trabalhos experimentais postos à disposição dos alunos de licenciatura (e de pós-graduação).

Nas actividades lectivas e de investigação estão envolvidos todos os 28 docentes do Departamento: dois professores catedráticos, seis professores associados, dois professores associados convidados, quatro professores auxiliares, sete assistentes, um assistente convidado e seis assistentes estagiários (e três monitores). Doze deles são doutorados.

O DEQ da FCTUC está instalado, desde 1975, no edifício do antigo Laboratório Chimico, mandado erigir pelo Marquês de Pombal, em finais do século XVIII. Ocupa, ainda, uma pequena parte do Colégio das Artes, construção do século XVI. Dada a insuficiência das instalações actuais será lançada em 1995 a obra do novo edifício, no Pólo II da Universidade, junto ao Mondego. O projecto prevê uma área útil de 4500 m².

O sucesso profissional dos engenheiros químicos licenciados no DEQ não

exclui a necessidade, por todos sentida, de um esforço adicional para melhoria dos resultados objectivos da actividade desenvolvida intramuros. Nesta perspectiva estuda-se presentemente a reestruturação curricular da licenciatura, no sentido de: aumentar o número (e diversificar o leque) das disciplinas de opção, de modo a que os alunos possam orientar a sua formação específica dirigindo-a, designadamente, para a vertente da engenharia dos produtos que, entre outras, se antevê promissora; atenuar o regime estritamente semestral e a consequente sobrecarga de provas de avaliação; e, enfim, diminuir a escolaridade semanal, por forma a permitir que os estudantes tenham melhores oportunidades para se envolverem em actividades extra-escolares a que os jovens, de hoje e de sempre, hão-de necessariamente dedicar parte significativa do seu dia-a-dia se se tiver a preocupação da sua formação integral como cidadãos, para além dos engenheiros que hão-de ser.

Prof. Dr. Lélío Quaresma Lobo
Presidente do DEQ de 1985 a 1993 e, desde
então, Presidente do Conselho Científico
da FCTUC

MAGNETROM

Desde 1967

26 Anos ao Serviço da Investigação e Indústria

Aparelhagem de Instrumentação e Controlo
Equipamento de Aquisição e Controlo
Representantes exclusivos da
EG & G / PAR

MAGNETROM – COMÉRCIO E INDÚSTRIA DE APARELHAGEM ELÉCTRICA, S.A.

Rua Fialho de Almeida, 5-2º Dt.º – 1000 LISBOA

Tel. 387 19 18

Fax. 387 47 73