

Formação Universitária em Química Analítica *

— ponto da situação; reflexões

M. Filomena G.F.C. Camões ^a

Observando a actual situação mundial em que, população e tecnologia crescem exponencialmente desde 1950, mudanças drásticas no cenário político europeu estimulam o aumento do consumo de recursos limitados, enquanto os países do Terceiro Mundo continuam a clamar pelo seu próprio direito ao desenvolvimento, a Química Analítica é indubitavelmente um forte pilar para o desenvolvimento seguro da Humanidade.



A Terra é um ecossistema complexo que depende da manutenção do equilíbrio biogeoquímico. Alterações globais resultam de acumulação de acontecimentos localizados. Enquanto em estados primários de desenvolvimento, as tecnologias podiam ser usadas com relativa segurança para melhorar o nível de vida do indivíduo, a sua intensificação apresenta agora ameaças, ao passar de uma situação de necessidade ou penúria para uma de abundância e excesso. É de prever o aumento significativo de efeitos já observados (acidificação, destruição de culturas, aquecimento da atmosfera, poluição de cursos de água, etc.), caso continuem a persistir tecnologias deficientes e os padrões de consumo se mantenham inalterados. Estes efeitos negativos estão ligados à explosão populacional, ao aumento do consumo de energia, à industrialização e à produção incontrolada de alimentos. O desenvolvimento galopante de tecnologias e padrões de consumo

requer o estabelecimento de sistemas de controlo de qualidade dos produtos e do ambiente.

As perturbações ambientais não conhecem fronteiras. O problema é portanto global e a sua resolução requer o controlo por Químicos Analistas qualificados e a prevenção à escala mundial através da tomada de medidas no âmbito da educação e da formação profissional.

Pondo em prática os seus objectivos e preocupações, a WPAC, tem vindo a acompanhar e aprofundar estes aspectos, em estudos preliminares oportunamente publicados.

Um inquérito dirigido às instituições universitárias europeias em 1983/84 revelou grandes diferenças nos respectivos currículos de Química Analítica, evidenciando muitos deles grandes influências justificadas por razões históricas. De entre 229 Universidades, 110 apresentavam um curriculum convencional, baseado no esquema clássico de Análise Química e fundamentalmente associado à Química Inorgânica ou à Química Física. Nas 119 Universidades com cadeiras específicas de Química Analítica, os métodos físicos modernos, a resolução de problemas nos domínios das ciências ambientais, dos materiais e da vida, eram alvo de uma abordagem mais vasta, resultando uma média de 630 horas obrigatórias, excluindo eventuais trabalhos de estágio.

Em recente inquérito de 1989/90 a 180 Universidades de 21 países europeus foram identificadas mais de metade das instituições com um curriculum tradicional e incompleto. No entanto, destas, apenas 13 consideraram a situação adequada ao futuro. A grande maioria defende a inclusão, num curriculum alargado de Química Analítica, de princípios básicos de Análise Química e Física, Métodos Modernos de Tratamento de Dados (Quimiometria), bem como o tratamento de situações exemplificativas em Ciências dos Materiais, Produção Alimentar, Sistemas Ambientais, Ciências Biomédicas e Farmacêuticas, Biotecnologia, Artes e Arqueologia.

Com base nos resultados do inquérito e nos pressupostos a seguir apresentados:

- Equivalência de currículos a nível europeu;
- Uma distribuição equilibrada entre a componente clássica-tradicional e a componente moderna;
- Uma formação teórica e prática adequada à realização de problemas analíticos e ao desenvolvimento de novas técnicas;
- Existência de centros de excelência reconhecidos, pelos

*Apresentado e Discutido na Conferência Europeia de Química Analítica – Euroanalysis VII – Viena – Áustria, Agosto 26-31, 1990.

Relatório e Recomendações elaborados pelo Grupo de Trabalho sobre Formação em Química Analítica da Working Party on Analytical Chemistry – Federação Europeia de Sociedades de Química.

Composição do Grupo: R. Kellner (Chairman) - Universidade Técnica de Viena, Áustria; D. Th. Burns - Royal Society of Chemistry, G.B.; M. Filomena Camões - Sociedade Portuguesa de Química; M. Grasserbauer - Sociedade Austríaca de Química Analítica e Microquímica; H. Günzler - Sociedade Alemã de Química; A. Hulanicki - Sociedade Polaca de Química; H. Malissa - Sociedade Austríaca de Química; L. Niinistö - Associação de Sociedades de Química da Finlândia; B. Te Nijenhuis - Sociedade de Química da Holanda; E. Pungor - Sociedade Húngara de Química; E. Roth - Sociedade Francesa de Química; G. Zambonini - Sociedade Italiana de Química.

^aDepartamento de Química, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.

seus especialistas em certas áreas, a fim de assegurarem a prossecução de estudos graduados e pós-graduados;

- Formação de qualidade em Química Analítica, a todos os níveis, como base essencial para os cada vez mais exigentes padrões de controlo de qualidade;

a WPAC elaborou recomendações para os futuros currículos universitários, no que respeita à Formação em Química Analítica. Estes deverão compreender 630 h obrigatórias, (semestres 1-8) 168 h de opções e um trabalho de Tese.

Num inquérito aos livros de texto recomendados, surgiram 82 títulos, dos quais se indicam os 12 mais citados. Embora estes revelem evolução para as novas tendências, é no entanto evidente a inexistência de livros de texto de âmbito lato, cobrindo Métodos Clássicos e Modernos, Resolução de Problemas e Esquemas Quimiométricos.

RECOMENDAÇÕES PARA UM CURRÍCULO UNIVERSITÁRIO OBRIGATÓRIO DE QUÍMICA ANALÍTICA BÁSICA (A) E AVANÇADA (B)

A – Química Analítica Básica (5 semestres)

1. Introdução

- Objectivos da Química Analítica
- Importância para a Sociedade
- O Processo Analítico
- Amostragem
- Tratamento das Amostras
- Determinação
- Avaliação

2. *Análise Química* **

Base: Bons conhecimentos de Química Geral e conhecimentos gerais de Química-Física, Química Inorgânica, Bioquímica e Segurança no Laboratório.

2.1. *Operações Unitárias* (desde os princípios fundamentais até ao sinal analítico)

- Reacções Ácido-Base
- Sistemas Redox
- Reacções Complexas
- Precipitação e Dissolução
- Extracção
- Cromatografia I
- Catálise
- Cinética

Teoria e prática de reacções simples e múltiplas.

2.2. *Métodos e Suas Aplicações*

- Titulimetria
- Gravimetria
- Electroanálise
- Separações

- Colorimetria
- Análise Térmica
- Análise Orgânica Elementar
- Sensores Químicos e Bioquímicos
- Análise Bioquímica
- Ensaio Imunológicos
- Teoria, prática e visitas de estudo.

3. *Análise Física* **

Base: O mesmo que para Análise Química + Física (Interação de fótons com a matéria) + Electrónica Elementar.

3.1. *Análise Elementar*

- Fotometria
- UV/VIS - Espectrometria de Átomos Livres
- Espectrometria de Absorção Atómica
- Análise de Fluorescência de Raios X
- Análise de Activação

3.2. *Análise Específica de Compostos e Moléculas*

- Espectrometria UV/VIS
- Espectrometria IR e Raman
- Espectrometria de Massa
- Espectrometria de Ressonância Magnética Nuclear (NMR)

3.3. *Análise Fina e de Superfícies*

- Análise por Electro-Micro-Sonda (EPMA)
- Espectrometria de Massa de Iões Secundários (SIMS)
- Espectroscopia de Electrões Auger (AES)
- Espectroscopia de Fotoelectrão (XPS)

3.4. *Análise Estrutural*

- Difracção de Raios X
- Aplicação de Métodos Físicos Combinados

4. *Análise Química Suportada por Computador* – *I(COBAC I)* **

Base: Análise Química, Análise Física e Matemática

4.1. *Quimiometria I*

- Estatística e Testes de Comportamento
- Processamento de Sinal
- Optimização e Design Experimental
- Métodos Multivariantes
- Reconhecimento de Padrões
- Análise de «Clusters»
- Análise Factorial
- Garantia e Controlo de Qualidade

4.2. «Hardware» e «Software» Computacional

4.3. *Interface entre Instrumentos Analíticos e Computadores*

** A classificação em Análise Química, Física e COBAC é convencional, tendo sido adoptada por razões práticas, cabendo a cada docente a responsabilidade de algum eventual rearranjo justificado.

Lista de livros mais citados em Química Analítica

WPAC / FECS

Formação em Química Analítica 1989/90 (Base: 180 Universidades)

	Total	Países
1. Willard, Merrit, Dean, Settle Instrumental Methods of Analysis Wadsworth, 1988	29	DK, F, H, IRE NL, P, E, S, A, SF, DDR, GB
2. Skoog, West, Holler Fundamentals of Analytical Chemistry Saunders, 1982	26	B, DK, IRE, I, P, E, GB
3. Skoog Principles of Instrumental Analysis Saunders, 1985	15	DK, F, E, S, CH, DDR, GB
4. Christian Analytical Chemistry Wiley, 1986	11	DK, I, E, S, A, DDR, D, GB
5. Ewing Instrumental Methods of Chem. Analysis Mc Graw-Hill, 1985	9	DK, F, I, PL, P, E, GB
6. Skoog, West Analytical Chemistry (Introduction) Saunders, 1986	7	CS, IRE, NL, E, GB
7. Bauer, Christian Instrumental Analysis Allyn-Bacon, 1985	7	I, GB
8. Holzbecher, Churacek Analyticka Chemie SNTL (Alfa Praha), Bratislava, 1987	7	CS
9. Fritz, Schenk Quantitative Analytical Chemistry Allyn-Bacon, 1987	6	DK, S, SF, D
10. Kunze Grundlagen der Quantitativen Analyse Thieme, 1986	6	A, DDR, D
11. Analytikum Leipzig, 1988	6	DDR, D
12. Garaj, Bustin, Hladky Analytica Chemia Alfa, SNTL, Bratislava, Praha, 1987	6	CS

B – Química Analítica Avançada (Semestres 6-10)

Não é feita qualquer recomendação especial para além da necessidade de, treino em metodologia especializada, de cursos avançados em Quimiometria (COBAC II) e em Resolução de Problemas.

Na realidade, os interesses particulares da investigação da Instituição Universitária, determinarão em larga escala o conteúdo de um curriculum avançado em Química Analítica bem como o Tema da respectiva Tese (10.º Semestre).

A resolução de problemas num determinado domínio seleccionado, usando uma aproximação sinóptica, deverá certamente ocupar lugar de destaque num curriculum avançado.

C – Doutoramento

De acordo com um estudo recentemente levado a efeito, verificam-se situações díspares em termos de tempo necessário para a aquisição do Grau; observam-se variações entre 6 e 11 semestres. Uma das razões apresentadas para esta maior duração é a de que os estudantes candidatos a Doutoramento têm geralmente obrigações no que respeita a ensino em aulas práticas de laboratório, o que lhes retira tempo que poderia ser dedicado à investigação científica. Reconhece-se, no entanto, que numa Escola devidamente organizada, deveria ser possível a um estudante sem outras obrigações, concluir um trabalho de Doutoramento em 3 anos.

D – Estudos Pós-Graduados

A globalização da indústria, comunicações e tráfego, origina a necessidade de dispor, à escala mundial, de dados analíticos ambientais, alimentares, de controlo de processos e de garantia de qualidade de produtos industriais.

A necessidade e procura de Químicos Analíticos tem aumentado quer em número quer em qualidade. A fim de satisfazer estas necessidades, 63 instituições defendem a existência de cursos de Pós-Graduação para especialização em Química Analítica (*) – conducente a um Diploma em Química Analítica, a acrescentar aos novos currícula universitários. Sugere-se ainda a organização de competições internacionais.

E – Distribuição Possível da Escolaridade

Formação Básica (A)	434 h obrigatórias
Formação Avançada (B)	196 h obrigatórias

630 h ■

opcionais 168 h
Tese 420 h

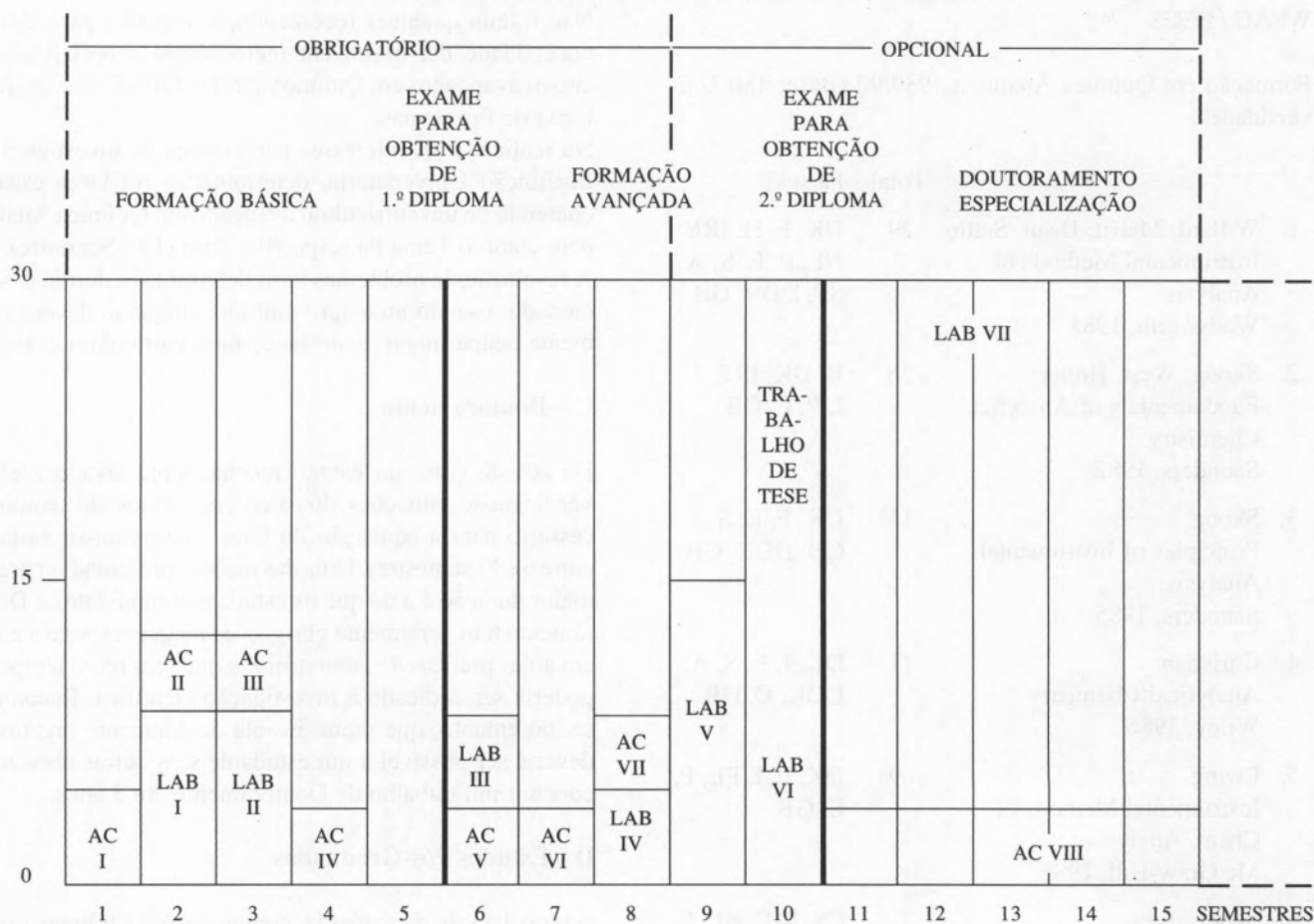
588 h ■ ■

■ Aproximadamente 17% da escolaridade total de 3780 h (9 semestres)

■ ■ Aproximadamente 29% do total de 4200 horas lectivas (10 semestres).

(*) Nota: O aspecto da formação e reciclagem é também considerado de grande importância ao nível do pessoal técnico que tem que assegurar a necessária qualidade em situações de rotina.

Distribuição possível de um curriculum de Química Analítica tomando por base 630 h de escolaridade obrigatória, acrescidas de 168 h de actividades opcionais e 420 h de trabalho de tese



N.º TOTAL DE HORAS = HORAS / x 14 SEMANAS

Aulas Teóricas

- AC I – Objectivos da Química Analítica. Relação com outras ciências. Operações Unitárias de Análise Química I. Introdução aos Laboratórios
- AC II – Análise Química II. Métodos.
- AC III – Análise Física I
- AC IV – COBAC I
- AC V – Análise Física II
- AC VI – Automatização e Análise Industrial. COBAC II
- AC VII – Resolução de Problemas pela Química Analítica (ex.: Análise Ambiental; Anal. Clínica; Análise de Materiais; etc.)
- AC VIII – Tópicos seleccionados.

Aulas Práticas

- LAB I – Análise Química Qualitativa.
- LAB II – Análise Química e Física Quantitativa.
- LAB III – Análise Física e Resolução de Problemas Reais.
- LAB IV
- + LAB V – Resolução de Problemas de maior complexidade em e através da Química Analítica, incluindo COBAC.
- LAB VI – Trabalho de Tese. Inovação e Resolução de Problemas.

O grupo de trabalho da WPAC está longe de considerar a sua intervenção por terminada e propõe-se prosseguir a sua actuação, possivelmente num âmbito mais alargado, dado o intercâmbio recente com a Sociedade de Química Americana (ACS) que, manifestando iguais preocupações, elaborou e aprovou na sua recente reunião anual em Agosto de 1990 "Guidelines for Curriculum in Analytical Chemistry".

Referências

- H. Malissa, Fres. Z. Anal. Chem. 297(4), 1979.
- H. Malissa, Fres. Z. Anal. Chem. 305(2), 1981.
- R. Kellner, H. Malissa, Fres. Z. Anal. Chem. 319(1), 1984.
- R. Kellner, E. Pungor, TRAC 4(5), V, 1985.
- R. Kellner, E. Pungor, Anal. Chem. 60(10), 623A, 1988.