

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
Departamento de Engenharia Química  
Instituto de Sistemas e Robótica**

**A Engenharia Química para além da Ciência  
Perspectivas de futuro**

Sebastião Feyo de Azevedo  
Correio-E: [sfeyo@fe.up.pt](mailto:sfeyo@fe.up.pt)  
URL: <http://www.fe.up.pt/~sfeyo/>

Fórum – As Fronteiras da Engenharia Química

Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa  
4 de Abril de 2001

**Fio condutor da apresentação**

- ① **Questões prévias...ditadas pela conjuntura**
- ② **Anotações sobre situação e evolução da Sociedade e da Indústria**
- ③ **I&D&I como factores de competitividade**
- ④ **Perspectivas de carreira em engenharia química**
- ⑤ **Evolução curricular e formação contínua**
- ⑥ **Reflexões finais**

### 3 trabalhos relevantes

- ☞ **Gillett, J. E.**, *The Education of Chemical Engineers in the Third Millennium, Plenary Lecture, Paper A5.0, CHISA 2000, Prague, 27-3 August 2000.*
- ☞ **Gonçalves da Silva, A.**, *O Engenheiro Químico no Século XXI, Reflexões sobre o futuro da carreira de engenheiro químico, Ingenium, II Série 51 96-98, Setembro de 2000.*
- ☞ **Valadares Tavares, L. (Ed.)**, *A Engenharia e a Tecnologia ao Serviço do Desenvolvimento de Portugal: Prospectiva e Estratégia 2000-2020, Editorial Verbo, Lisboa/S. Paulo, Novembro de 2000.*

### Estado de Espírito - I

- ① **Falar de FUTURO - conjuntura exige que inicie a minha intervenção com uma intervenção de cidadania**
- ② **Posicionamento profundamente crítico do Estado das Coisas...muito anterior à crise de confiança e de credo, cinzenta, que varre neste momento a nossa Sociedade**
  - ② **Crise que se alimenta, é facto, de ‘realidades reais’...**
  - ② **Mas que é catalisada e perspectivada por razões e com formas que estão a tomar proporções absolutamente inaceitáveis numa Sociedade que deseja civismo nas relações institucionais e humanas.**

## Estado de Espírito - II

- ③ **A Sociedade Portuguesa está hoje mergulhada numa reflexão preocupada sobre a nossa capacidade de responder ao desafio da integração europeia.**
- ④ **Estamos a acordar para a realidade - experimentar claras dificuldades em encontrar e/ou aceitar os critérios e as práticas de qualidade e organização que caracterizam outras sociedades europeias.**
- ⑤ **O nosso progresso tem sido em larga medida um 'progresso de betão'**
  - ⑤ **que só por si... obviamente que não arrasta progresso comportamental duradouro.**

## Estado de Espírito - III

- ⑥ **Importa atalhar um processo de profunda e dura reforma, sem a qual o FUTURO QUE EXISTE não acontecerá**
  - ⑥ **Uma dura reforma do Estado e da Sociedade em múltiplas facetas**
  - ⑥ **Um reconhecimento de que muitos dos nossos problemas actuais se prendem com o deficientíssimo funcionamento de sectores vitais do Estado**
  - ⑥ **Uma exigência de empenhamento total, atitude competitiva e definitivamente responsabilizada dos principais actores em cada sector**

## Estado de Espírito - IV

- ⑦ **Essa reforma só é possível com um Estado determinado em reformar**
- ⑧ **A Universidade é um dos sectores vitais que carece de reforma**
- ⑨ **Importa reconhecer que ‘ELES’ somos ‘NÓS’, o que equivale a colocar a pergunta certa -**
  - ③ **O que é que ‘NÓS’ podemos fazer por Portugal e pelo Futuro?**

## Anotações sobre a Indústria Química Portuguesa Situação e perspectivas - I

- ① **Extensa a lista de sub-sectoros e produções que se deve ter em conta**
- ② **Extensa a lista de vectores e aspectos que caracterizam e condicionam a evolução industrial**
- ③ **Apreciar-se-ão questões centrais de estratégia, em particular questões directa ou indirectamente relacionadas com a Universidade**

## **Anotações sobre a Indústria Química Portuguesa Situação e perspectivas (alguma preocupação) - II**

- ④ **Do ponto de vista de tendências e impactos alguns sub-sectores podem vir a ter desvantagens competitivas**
- ⑤ **Também será problemática a pulverização de produções de pequena dimensão, em política de monoproduto**
- ⑥ **Observam-se políticas marcadamente defensivas de retracção**

## **Anotações sobre a Indústria Química Portuguesa Situação e perspectivas (positiva) - III**

- ⑦ **A importância estratégica dos produtos e das tecnologias da indústria química - resultam impulsos e motivações, condições importantes de sobrevivência e de vitalidade**
- ⑧ **Há base e capital humano para vencer o desafio do desenvolvimento, nomeadamente para responder aos desafios de I&D&I em áreas tecnológicas prioritárias:**
  - **Catálise**
  - **Engenharia de Reacções**
  - **Processos de Separação**
  - **Engenharia de Sistemas de Processos**
  - **Processos Biotecnológicos**

## Anotações sobre a Indústria Química Portuguesa

### Situação e perspectivas (positiva) - IV

- ⑨ **Há oportunidades de acção e investimento para o desenvolvimento**
  - **Desenvolvendo plataformas industriais**
  - **Fomentando o desenvolvimento de empresas com tecnologias adequadas a reciclagem e conservação**
  - **Fomentando parcerias estratégicas, incluindo parceiros internacionais**
  - **Concentrando esforços em actividades estratégicas -**
    - **Energia/refinação/química orgânica pesada....**
    - **Florestas/pasta/papel....**
    - **Especialidades bioquímicas/química fina/indústria farmacéutica...**

## Engenharia Química -

### Que evolução de identidade e de formação? (\*)

- **1930... Petroquímica, química pesada**
- **...1960... Plásticos, química fina, agroquímica, plásticos...**
  - **Equipamento de processo, energia...**
- **...Produtos farmacéuticos, produtos alimentares, cosméticos**
  - **Software, segurança, ambiente**
- **...1990...Biotecnologia, hospitais, transporte, controlo e robótica...**
  - **Gestão de risco**

(\*) *Chemical Engineering seeks a new identity*, Chemical Engineering, August 2000, p. 33-37

## **Anotações sobre a Indústria Química Europeia**

### **Que perspectivas de evolução?**



#### **Sustentabilidade vs.economia**

- **Ambiente**
- **Bioquímica**
- **Energia**
- **Economia**



#### **Investimento em Inovação**

## **I&D&I como Factores de Competitividade**

### **Situação e perspectivas - I**

#### **① Factores dominantes de competitividade**

- A capacidade de inovação tecnológica (aqui está...)
- A flexibilidade de gestão em função das exigências de mercados.
- A qualificação de recursos humanos.
- As matérias-primas e a energia.

## I&D&I como Factores de Competitividade

### Situação e perspectivas - II

#### ② Objectivos importantes na perspectiva dessa competitividade

- A pesquisa e o estudo das matérias-primas e recursos naturais.
- A investigação básica da extracção e purificação de constituintes
- A síntese de novas moléculas ou a obtenção de moléculas já existentes...
- A concepção, projecto e operação dos equipamentos e instalações
- A caracterização e formulação dos produtos finais.
- O conhecimento actualizado dos diferentes riscos de manipulação, armazenagem e transporte de produtos químicos

**Tabela 1 - Estrutura funcional de uma empresa, sob a forma de níveis de contribuição interna (adaptada de Gillett, 2000)**

Perspectiva estratégica	Conteúdo funcional	Posição na estrutura
Decide linhas futuras de actividade	Estratégia de empresa	Director/Director Geral
Liga sectores do negócio global	Ligação de negócios	Director de Departamento
Antecipa necessidade de mudanças, gere mudanças	<i>Inovação, investigação e desenvolvimento, ligação ao processo</i>	Chefe de grupo de desenvolvimento ou de grupo de produção
Desenvolve melhorias, Optimiza actividade	Adapta, melhora processo	Engenheiro Sénior ou Director de Processo
Projecta, desenvolve, arranca, opera,	Faz	Engenheiro júnior

## **I&D&I como Factores de Competitividade**

### **Que situação no nosso País?**

- ☞ **Falta de tradição na criação de actividade própria de I&D&I**
  - **Retração por razões conjunturais**
  - **Por razões de fundo, incluindo o ‘ACREDITAR’**
- ☞ **Actividade só possível com departamentos próprios**
- ☞ **Absorção de tecnologias e adaptação a formas de operação assistida por computador - que produtividade?**

## **I&D&I como Factores de Competitividade**

### **Que evolução, que actores-chave?**

- ☞ **Indústria**
- ☞ **Governos**
- ☞ **Academia**

**Inevitabilidade de progresso em I&D&D implica**

**Inevitabilidade de aproximação Universidade-Indústria**

## Sobre o futuro da carreira de engenheiro químico Que perfil nos tempos de hoje?

☞ **Conhecimentos de base – matemática e ciências da engenharia**

☞ **Capacidades de engenharia de processo**

- ✓ Manejar complexidades
- ✓ Capacidades para trabalhar interdisciplinarmente e interculturalmente...
- ✓ Perspectiva transnacional









☞ **Compreensão da responsabilidade profissional**

**Tabela 2 - Capacidades e competências em engenharia química**  
(adaptado de Gillett, 2000)

Capacidades relacionadas com o trabalho	Competências (como se executam as tarefas)	Conhecimento técnico necessário
Trabalho de grupo	Pensamento holístico	Eng. Química, processamento por partidas, Tecnologia de partículas, etc..
Comunicação	Capacidade de influenciar	química orgânica, biotecnologia, etc...
Liderança	Auto-gestão, gestão de pessoas	Engenharia de sistemas, gestão de produção, controlo...
	Alcance de objectivos	




## **Sobre a evolução curricular - I**

### **Em termos de desenvolvimento de capacidades**

-  **Ênfase em fundamentos**
-  **Proporcionar assuntos para integrar conhecimento**
-  **Projectar e conduzir experiências**
-  **Projectar sistemas para objectivos pré-determinados**
-  **Identificar, formular e resolver problemas de engenharia**
-  **Levar a trabalhar em equipas multi-disciplinares**
-  **Promover responsabilidade profissional e ética**
-  **Promover capacidade de comunicação**

## **Sobre a evolução curricular - I**

### **Em termos de desenvolvimento de capacidades (cont.)**

-  **Incentivar cultura sobre questões contemporâneas**
-  **Reconhecer a capacidade de adoptar uma atitude pró-formação contínua**
-  **Usar as técnicas e ferramentas de engenharia modernas para a prática da engenharia**

## Sobre a evolução curricular - II

### Conteúdos

- ☞ **Ensinar fundamentos de matemática, ciências e engenharia**
- ☞ **Proporcionar assuntos para integração de conhecimentos (problemas de indústrias, problemas de sistemas)**
- ☞ **Fortalecer tópicos horizontais (simulação computacional, controlo, segurança)**
- ☞ **Trabalhar em sustentabilidade (ambiente, biquímica, energia...)**
- ☞ **Desenvolver programas relacionados com a prática da engenharia química (programas de cooperação envolvendo problemas industriais reais).**

## Sobre a evolução curricular - III

### Formas e métodos

- ☞ **Repensar forma de aprender/ensinar**
- ☞ **Estruturar cursos por forma a motivar trabalho próprio, coordenando com -**
  - **Diminuição de tempos de contacto directo semanal**
  - **Diminuição de tempos de exames -**
  - **Redefinição de formas de avaliação**

## Formação contínua

- ☞ **Essencial, tanto na perspectiva de carreira como na da exigência da indústria**
- ☞ **Tempo de semi-vida do conhecimento ~ 5 anos**
- ☞ **Oferta vai aumentar exponencialmente - ACREDITAÇÃO**
- ☞ **Palavras-chave:**
  - **Atitude**
  - **Formação de base sólida**
  - **Actualização**
  - **Adaptação**

**Tabela 3 - Exemplos de formas e modelos de formação contínua**(adaptado de Gillett, 2000) - I

Método de fornecimento	Fornecedores	Cientes	Comentários
Cursos formais (tempo inteiro)	Universidades	Eng. entre -empregos Eng. empregados	ex.: licenciaturas, mestrados
Cursos formais (tempo parcial)	Universidades	Eng. empregados	ex.: licenciaturas, mestrados
Conferências e seminários	Organizações profissionais	Eng. empregados	apresenta tecnologia e inovações
<i>Workshops</i>	Organizações profissionais	Eng. entre -empregos Eng. empregados	apresenta tecnologia e inovações

**Tabela 3 - Exemplos de formas e modelos de formação contínua**(adaptado de Gillett, 2000) - II

Método de fornecimento	Fornecedores	Cientes	Comentários
Aprendizagem assistida por computador	Agentes especializados (universitários ou não)		orientados para objectivos
Cursos internos	Empregadores	Eng. empregados	dirigidos a: capacidades pessoais desenvolvimento de competências
Prática industrial	Empregadores	Eng. empregados	Orientados para objectivos
Autodidactismo	Organizações profissionais	Todos os engenheiros	Planos de carreira pessoal

### Algumas reflexões finais - I

- ☞ **A engenharia química, com uma natural e necessária evolução de identidade, tem um papel relevante no futuro da Humanidade**
- ☞ **Há dificuldades, como também há oportunidades identificadas a nível da indústria portuguesa**
- ☞ **I&D&I aparece como factor chave de competitividade**
- ☞ **Inevitabilidade de progresso em I&D&D implica inevitabilidade de aproximação Universidade-Indústria, no que políticas governamentais podem ter papel decisivo**

## Algumas reflexões finais - II

- ☞ **A vida é muito daquilo que se consegue do aproveitamento determinístico de acontecimentos estocásticos**
- ☞ **Não se está a pensar em improviso!!!**
- ☞ **Pensa-se em**
  - **Formação de base sólida**
  - **Atitude pró-activa e determinada**
  - **Predisposição para actualização e adaptação**

**Desta forma - HÁ FUTURO**

## Papel da Universidade e Actividade Universitária

- ① **Perspectiva da globalidade da actividade e intervenção universitárias - componentes culturais e formativas**
- ② **Que meios deve a Universidade possuir?**
- ③ **Que actividades, as de um Universitário?**
  - **Docência**
  - **Investigação**
  - **Formação contínua**
  - **Colaboração com a comunidade**
  - **Gestão científica, pedagógica, empresarial**

## Actividade Universitária e Referência de Qualidade

- ① **Universidades profissionais vs. Universidades de Investigação?**
  - ① Este discurso refere-se a Universidades de Investigação
  - ① Infelizmente, crê-se que em alguns casos faz sentido falar em «Grandes Liceus»....
- ② **Que padrões ?**
  - ② O dos países desenvolvidos europeus!

## Acção integrada para Qualidade Gestão universitária e ECDU

- ① **A situação actual da (falta) de mecanismos de gestão limita significativamente o atingir de objectivos de qualidade**
- ② **Será um grave erro pensar num ECDU desenquadrado de uma reforma dura do sistema de gestão universitária responsabilizada**
- ③ **Nomeadamente, é necessária uma definição clara da estrutura hierárquica em que os professores universitários trabalham**
  - ③ Que relação e coordenação entre docência e investigação?
  - ③ A quem prestam contas os professores pela sua actividade?
  - ③ **Um problema gravíssimo - que relação hierárquica Institutos de I&D vs. Faculdades/Departamentos**

### **Legislação universitária 6 comentários genéricos**

- ① **Não esquecer a origem da legislação actual - Lei Cardia para ultrapassar (com truque) os problemas revolucionários de 1974**
- ② **Rever a participação de alunos a nível executivo**
- ③ **Impossível gerir milhões de contos com legislação de repartição pública**
- ④ **Impossível ter que entrevistar dezenas de candidatos para um lugar**
- ⑤ **Impossível demorar 1 ano ou mais para uma contratação**
- ⑥ **Gerir na base de ‘confiar e exigir resultados’ e não na base de ‘desconfiar e nada exigir’**

### **Gestão universitária 5 características necessárias**

- ① **Clarificada**
- ② **Capaz**
- ③ **Responsabilizada**
- ④ **Profissionalizada**
- ⑤ **Remunerada**

**O E.C.D.U. actual  
7 comentários genéricos**

- ① **Não define (com clareza) o que deve definir.**
- ② **Não exige o que deve exigir.**
- ③ **Não impõe o que deve impôr.**
- ④ **Não fomenta o que deve fomentar.**
- ⑤ **Não reconhece o que deve reconhecer**
- ⑥ **Não impede o que deve impedir.**
- ⑦ **Não recompensa o que deve recompensar.**

**O E.C.D.U. actual  
5 pontos nevrálgicos**

- ① **Não define com clareza as funções dos professores**
- ② **Permissividade total nos provimentos definitivos**
- ③ **Indefinição, exigências baixíssimas em provas de agregação**
- ④ **Completa falta de sentido estratégico no perfil exigido para professor catedrático**
- ⑤ **Genericamente completamente desatualizado, fonte de problemas sistemáticos em concursos para promoção**

### **Questões de Qualidade Qualidade pedagógica e científica**

- ① **Que interacção da Sociedade no planeamento curricular?**
- ② **Que exigência de produção pedagógica ?**
- ③ **Que apreciação de métodos de aprendizagem, incluindo a avaliação?**
- ④ **Que componentes de curriculum científico ?**
- ⑤ **Como valorizar a actividade de apoio à gestão universitária ?**
- ⑥ **Que questões de carreira afectam a qualidade?**

### **Que qualidade pedagógica?**

- ① **Que importância a capacidade pedagógica no recrutamento?**
- ② **Que incentivo e exigência para melhoria de capacidades pedagógicas?**
- ③ **Que incentivo (recompensa) para produção pedagógica?**
- ④ **Que qualidade de ‘dossiers’ de disciplina?**
- ⑤ **Que qualidade de coordenação de matérias?**
- ⑥ **Que uso das novas tecnologias?**
- ⑦ **Que controlo de cumprimento de programas?**
- ⑧ **Que controlo de disponibilidade para assistência?**
- ⑨ **Para quando dar a devida importância aos inquéritos pedagógicos?**

### **Que qualidade científica?**

- ① **Autoria de livros e de artigos em revistas prestigiadas**
- ② **Lançamento de áreas novas e edição de livros sobre temas avançados**
- ③ **Patentes e protótipos devidamente acreditados**
- ④ **Obtenção e liderança de projectos nacionais e internacionais**
- ⑤ **Supervisão de doutoramentos**
- ⑥ **Convites para sessões plenárias em reuniões internacionais**
- ⑦ **Consultadoria e relatórios convidados**
- ⑧ **Convites para comités e organismos profissionais internacionais**
- ⑨ **Convites/aprovação para organização de congressos prestigiados**

### **Uma questão central em gestão e qualidade Sistema de Informação Observatório de Actividade**

- ① **De Departamentos, de Faculdade**
- ② **Actualização estatística**
- ③ **Estudos de tendência**

**Monitorização/Medição - essencial para apreciação e decisão**

**Carreira Universitária**  
**Algumas ideias básicas, sugestões - I**

- ① **Doutoramento não é o fim !**
  - ① **Nem sequer o princípio do fim.**
  - ① **Quando muito o fim do princípio de uma carreira**
- ② **Carreira Universitária Pública não é profissão liberal.**
  - ② **É uma profissão de grande importância pública e colectiva, com componente de subordinação hierárquica**
  - ② **Temos que produzir e prestar contas da nossa actividade**
  - ② **Temos que ‘vestir a camisola’ da nossa instituição**

**Carreira Universitária**  
**Algumas ideias básicas, sugestões - II**

- ③ **Vive-se um momento difícil em termos de carreira, o que prejudica a qualidade - dignificação e progressão**
- ④ **Critérios de progressão completamente difusos**
  - ④ **Sistema altamente permissivo quanto a avaliação de provimentos definitivos.**
  - ④ **Sistema altamente permissivo relativamente a provas de agregação.**
  - ④ **Critérios inaceitavelmente diferentes dentro da mesma Escola**
  - ④ **Necessário diminuir as aleatoriedades resultantes de critérios ad-hoc assumidos por júris em concursos.**

**Carreira Universitária**  
**Algumas ideias básicas, sugestões - III**

- ⑤ **A carreira universitária é uma carreira de dedicação plena**
- ⑥ **Curricula devem ser públicos**
  - ⑥ **Os Universitários devem ter uma página pessoal na Internet com os seus produtos de actividade**
  - ⑥ **Todos os curricula submetidos em concursos e provas devem ser públicos**

**Carreira Universitária**  
**Algumas ideias básicas, sugestões - IV**

- ⑦ **Deve seguramente trabalhar-se com empresas, MAS:  
Uma coisa é trabalhar com as empresas, outra é trabalhar nas empresas.**
- ⑧ **Em todos os Centros Internacionais de Qualidade que o Autor conhece - presença física é uma constante -**

**Presença física é condição necessária, se bem que não suficiente,  
de qualidade e produtividade colectiva e individual**

**Existirá um índice que reflecta de forma condensada a atitude de qualidade e de serviço público de uma instituição?**

☞ **Deixa-se para reflexão uma ideia e uma palavra nova:**

**‘Índice de Encontrabilidade’ -**

**A probabilidade, entre 0 e 1, de encontrar na Escola ou na Unidade de I&D, de forma organizada, em prazo razoável, uma dada pessoa**

☞ **Que ligação a produtividade e qualidade colectiva?**

### **Uma reflexão final**

- ① São claras as ‘realidades reais’ de hoje, que estão a fazer mergulhar a Sociedade Portuguesa numa reflexão preocupada sobre a nossa capacidade de responder ao desafio da integração europeia.
- ② Estamos a experimentar claras dificuldades em encontrar e/ou aceitar os critérios e as práticas de qualidade e organização que caracterizam outras sociedades europeias.
- ③ Portugal e a sua Universidade têm saída para o futuro que inexoravelmente têm de passar por -
  - ③ Uma dura reforma do Estado e da Sociedade em múltiplas facetas
  - ③ Uma exigência de empenhamento total, atitude competitiva e definitivamente responsabilizada dos principais actores em cada sector