

O Ensino da Engenharia Química Que futuro?

Sebastião Feyo de Azevedo,
Professor catedrático
Director da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
diretor@fe.up.pt
<http://www.fe.up.pt/~sfeyo>

Conferência “As Engenharias Química e Biológica - que futuro?”
Porto, Ordem dos Engenheiros, 10 de fevereiro de 2012

1

Dizer o que vou dizer...

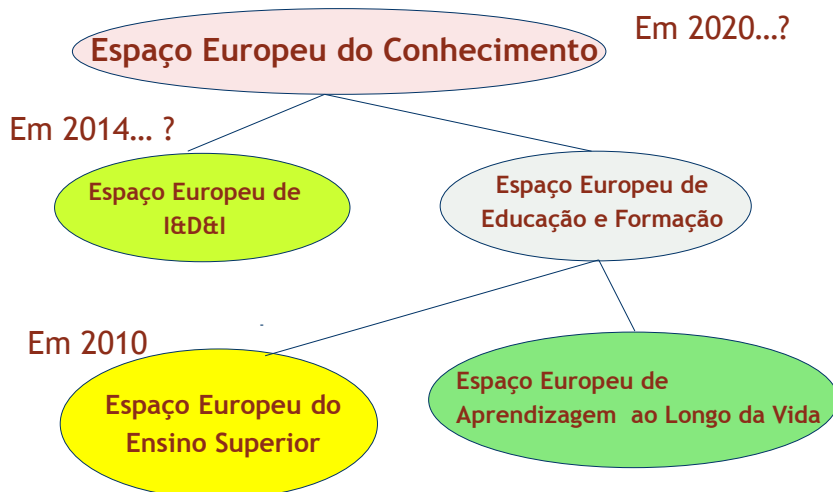
- ① Perceber o ensino da engenharia química no Espaço Europeu do Conhecimento
- ② Quadros de Qualificações
- ③ Recomendações para desenvolvimento curricular em engenharia química
- ④ Reflexão final - haverá ou estaremos a desenvolver um terceiro paradigma?

O Processo de Bolonha

O que precisa de ser entendido...

- ☞ É necessário perceber o Processo de Bolonha como uma das dimensões do Modelo de desenvolvimento adoptada pelos países europeus por volta dos Anos 80 do Séc. XX
- ☞ Releva perceber que o Processo de Bolonha contém três grandes grupos de objectivos naturalmente interligados
 - ✓ Objectivos de natureza predominantemente política
 - ✓ Objectivos de natureza predominantemente académica
 - ✓ Ainda objectivos de cariz sócio-económico
- ☞ É necessário perceber que esses objectivos encerram uma grande reforma (...revolução...) no ensino superior e na Sociedade das Nações

O Espaço Europeu do... Conhecimento Ainda em construção... até 2020...



O que releva para a reforma do Sistema do Ensino Superior Conhecer a História, compreender a Evolução...

- ☞ Compreender a mudança de paradigma de desenvolvimento ... ligado a oportunidades de cooperação, prioritariamente através de projectos transnacionais
- ☞ Compreender a evolução da Sociedade em exigências e oportunidades -
 - ✓ Entender a 'nossa' obrigação de adaptar a oferta no ensino superior, tornando-a mais atractiva e adequada à evolução dos tempos, nos planos sociológico, científico e técnico
 - Diversificando a oferta em níveis e competências
 - Adoptando novos paradigmas de aprendizagem

O que releva para a reforma do Sistema do Ensino Superior Uma visão nova de capacidades e competências

- ☞ Conhecimento científico, capacidade artística e capacidade técnica, naturalmente
- MAS, DESENVOLVER**
- ☞ Visão multidisciplinar e multicultural da vida
- ☞ Capacidades pessoais e interpessoais e competências valorizadas pela Sociedade
 - ✓ Capacidades e competências em Inovação e Empreendedorismo
 - ✓ Capacidades relacionadas com o trabalho
 - Trabalho em Grupo, Comunicação, Liderança
 - Pensamento holístico, capacidade de influenciar, auto-gestão de actividade, alcançar de objectivos

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	

SFA, Ensino Eng Química - que futuro?, Porto, OEN, 10 de Fevereiro de 2012

www.fe.up.pt/~sfeyo diretor@fe.up.pt

Perceber palavras-chave do desenvolvimento futuro do ensino superior

- ☞ **MOBILIDADE, COOPERAÇÃO, CONFIANÇA, QUALIDADE**
 - ☞ **MOBILIDADE E COOPERAÇÃO** exigem reconhecimento profissional num Quadro de Qualificações
 - ☞ Reconhecimento profissional exige **CONFIANÇA**
 - ☞ **CONFIANÇA** exige transparência e legibilidade de estruturas e qualificações profissionais
- Legibilidade significa compreender e tornar as diferenças visíveis e claras - em níveis de qualidade e em perfis
- ☞ Tal é garantido através de **PROCESSOS DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE**, num **QUADRO DE QUALIFICAÇÕES**, percebidos e aceites pelos parceiros

SFA, Ensino Eng Química - que futuro?, Porto, OEN, 10 de Fevereiro de 2012

www.fe.up.pt/~sfeyo diretor@fe.up.pt

Garantir um Portugal das gerações futuras competitivo e parceiro igual na Europa. Praticar a 'substância' de Bolonha

- ☞ Trazer para a prática a 'Substância'
 - Definir **Objetivos de Aprendizagem** claros para os cursos e para as Unidades Curriculares, num Quadro de Qualificações aceite e compreendido por todos
 - Implementar novos métodos, adaptados aos tempos, usando os meios tecnológicos disponíveis
 - Promover atividades centradas no processo de aprendizagem dos estudantes
 - Fomentar a visão multidisciplinar e multicultural da vida
 - Fomentar o desenvolvimento de capacidades de empreendedorismo e inovação
 - Promover o sucesso académico global, na formação global e em métodos integrados de ensino, aprendizagem e avaliação

SFA, Ensino Eng Química - que futuro?, Porto, OEN, 10 de Fevereiro de 2012

www.fe.up.pt/~sfeyo diretor@fe.up.pt

Decisões sobre perfis curriculares Que perfil de formação nos tempos de hoje?

- ☞ Não esquecendo que nem sempre a prática tem razão..., Vamos equacionar as questões:
 - ✓ O que é que a(o) jovem engenheira(o) química(o) vai encontrar na prática...
 - ✓ Que actividades vai desenvolver?
 - ✓ O que é que a prática devia encontrar nesse jovem...
- ☞ Para encontrar resposta temos que:
 - ☞ Perceber a evolução da Ciência e da Tecnologia
 - ☞ Perceber os factores dominantes da competitividade
 - ☞ Perceber a evolução da Sociedade nas suas exigências
 - ☞ Perceber a evolução dos interesses dos Jovens
 - ☞ Perceber a evolução da indústria

SFA, Ensino Eng Química - que futuro?, Porto, OEN, 10 de Fevereiro de 2012

www.fe.up.pt/~sfeyo diretor@fe.up.pt

Dizer o que vou dizer...

- ① Perceber o ensino da engenharia química no Espaço Europeu do Conhecimento
- ② Quadros de Qualificações
- ③ Recomendações para desenvolvimento curricular em engenharia química
- ④ Reflexão final - haverá ou estaremos a desenvolver um terceiro paradigma?

A Questão Essencial dos Quadros de Qualificações

Três níveis de descritores de qualificações

O que compete a quem

- ☞ **Descritores de Alto Nível - Quadros Europeus**
 - ✓ Caracterizam grandes grupos de competências
 - ✓ Caracterizam-se a nível institucional de governos e parceiros institucionais (tipicamente os representados no BFUG)
 - ✓ Representam a 'crosta' legislativa
- ☞ **Complementados por Descritores Sectoriais**
 - ✓ Por área e especialidade
 - ✓ Em colaboração estreita das instituições do ensino superior e das associações profissionais, em colaborações transnacionais
 - ✓ Representam a prática do Processo de Bolonha
- ☞ **Complementados por Descritores em áreas específicas**
 - ✓ Tipicamente desenvolvidos em Grupos de Trabalho em Educação, e consórcios académicos, a nível Europeu
 - ✓ Representam a credibilização dos descritores globais e sectoriais

Três Documentos Principais na Crosta Legislativa Quadros Europeus de Qualificações e a Directiva para Reconhecimento de Qualificações Profissionais

- ✓ O EQF-EHEA - European Qualifications Framework for the European Higher Education Area
 - Adoptado em Bergen 2005, , no universo do Processo de Bolonha e limitado à formação pós-secundária
- ✓ O EQF-LLL - European Qualifications Framework for Lifelong Learning
 - Adoptado pela CE- Aprovado em 23 de Abril de 2008, pelo Parlamento e pelo Conselho da União Europeia
- ✓ A Directiva para Reconhecimento de Qualificações Profissionais, aprovada pelo Parlamento Europeu e pelo Conselho da União Europeia, em 7 de Setembro de 2005
 - Transcrita para o quadro jurídico nacional pela Lei n.º 9/2009 de 4 de Março

SFA, Ensino Eng Química - que futuro?, Porto, OEN, 10 de Fevereiro de 2012

www.fe.up.pt/~sfeyo diretor@fe.up.pt

Quadros de Qualificação e a Directiva Coincidência ou accção concertada?

Quadro de Bolonha (3+1) Ciclos	Quadro da UE Formação ao Longo da Vida - 8 Níveis	UE-Directiva de Reconhecimento Profissional Art. 11º - 5 Níveis
Terceiros Ciclos	Nível 8	
Segundos Ciclos	Nível 7	Art 11º e)
Primeiros Ciclos	Nível 6	Art. 11º d)
Ciclos Curtos Ligados ou dentro de Primeiros Ciclos	Nível 5	Art. 11º c)

SFA, ENSINO ENG QUÍMICA - que futuro?, PORTO, OEN, 10 de Fevereiro de 2012

www.re.up.pt/~sfeyo diretor@re.up.pt

Quadros Setoriais O Sistema EUR-ACE

- ☞ Projecto de cooperação Europeia, iniciado em 2004, que teve como objectivo estabelecer um Sistema Europeu para Qualificação de Programas de Formação em Engenharia
- ☞ 16 Instituições Europeias, entre elas a Ordem dos Engenheiros
- ☞ Apoiado pela Comissão Europeia (DG E&C no âmbito dos Programas SOCRATES and TEMPUS) com dois projectos específicos
 - ✓ Primeira fase - aprovação de Quadros de Qualificação Sectoriais e das Directrizes de Procedimentos - concluída em 2006
 - ✓ Segunda fase - Implementação - concluída em 2008

O Sistema EUR-ACE Directrizes sobre Estrutura e Critérios de Modelos de Avaliação

- ☞ Um programa de engenharia que deseje ser reconhecido como estando em conformidade com os padrões do Sistema EUR-ACE deve **cumprir com um conjunto de requisitos mínimos** respeitantes aos seguintes aspectos e temas:
 1. Conformidade com o quadro legal nacional
 2. Objectivos educacionais - consistentes com a missão da IES
 3. Resultados de Aprendizagem
 4. Currículo e processo de aprendizagem
 5. Sistema de avaliação
 6. Recursos humanos e materiais e parcerias externas
 7. Gestão do Sistema

O Sistema EUR-ACE

Caracterização de Resultados de Aprendizagem (I)

- ☛ **Resultados de Aprendizagem que devem ser satisfeitos**
 - **Identificaram-se 6 áreas de competências**
 - ✓ Conhecimento e compreensão
 - ✓ Análise de engenharia
 - ✓ Projecto de Engenharia
 - ✓ Investigação
 - ✓ Prática de engenharia
 - ✓ capacidades pessoais e inter-pessoais
 - **Para cada categoria o Quadro de Padrões EUR-ACE identifica os Resultados de Aprendizagem esperados para primeiros e para segundos ciclos**

Quadros de Qualificação, Directiva, EUR-ACE Coincidência ou accção concertada?

Quadro de Bolonha (3+1) Ciclos	Quadro da UE Formação ao Longo da Vida - 8 Níveis	UE-Directiva de Reconhecimento Profissional Art. 11º - 5 Níveis	EUR-ACE
Terceiros Ciclos	Nível 8		
Segundos Ciclos	Nível 7	Art 11º e)	Segundos Ciclos
Primeiros Ciclos	Nível 6	Art. 11º d)	Primeiros Ciclos
Ciclos Curtos Ligados ou dentro de Primeiros Ciclos	Nível 5	Art. 11º c)	

Dizer o que vou dizer...

- ① Perceber o ensino da engenharia química no Espaço Europeu do Conhecimento
- ② Quadros de Qualificações
- ③ **Recomendações para desenvolvimento curricular em engenharia química**
- ④ Reflexão final - haverá ou estaremos a desenvolver um terceiro paradigma?

CLOSING VERTICALLY THE PROCESS Descriptors at Branch/Programme Level

- ↻ Chemical Product Design (E. Cussler and G. Moggeridge, 2001)
- ↻ Chemical Engineering, Visions of the World (R. Darton et al., 2003)
- ↻ New Frontiers for ChE Education (R. Armstrong, 2003)
 - ↻ Beyond the Molecular Frontier. Challenges for Chemistry and Chemical Engineering, US NRC Report (2003)
- ☞ The CHEMPASS Project (2006-2009) - that aimed at identifying relevant general and specific Learning Outcomes for Chemical Engineering Programmes
- ☞ The VDI-GVC Recommendation for Chemical and Processing Engineering (2008)
- ☞ The Recommendations of the WPE-EFCE - Working Party on Education - European Federation of Chemical Engineering (2010)

New Programmes in Chemical Engineering Education I - General guidelines on how to proceed (I)

- ☞ Revisit and modernize the programme
 - Bring in new topics
 - Incorporate new Knowledge, Competences and Skills
- ☞ Bring in new methods for learning
- ☞ Develop within the institution an **International Dimension** (not only European) and **Culture of Quality** through mobility and academic cooperation and interchange
 - Prepare programmes for cooperation - **Joint Degrees**
- ☞ Prepare programmes to attract **new publics** - **Lifelong Learning**

New Programmes in Chemical Engineering Education I - General guidelines on how to proceed (II)

- ☞ Make recognition of qualifications easy
 - Re-design curricula with reference to agreed recommendations or descriptors of learning outcomes at high level, sectoral level and branch level
 - Perform internal quality assurance exercises, following agreed guidelines
 - Submit the programme to recognized external quality assurance agencies

Descriptors at Branch/Programme Level Recommendations of the WPE-EFCE (I)

- ☞ **WPE-EFCE - Working Party on Education - European Federation of Chemical Engineering**
 - ✓ **Currently with 41 members, representing 26 Countries**
- ☞ **In 2005 - EFCE Board approved a set of Recommendations on core curriculum for chemical engineering - contents and methodologies**
- ☞ **In 2010 - EFCE Board approved a major revision of the Recommendations, aligning them with the Bologna Process main concepts (Learning Outcomes) and with the EUR-ACE Framework Standards**
- ☞ **See EFCE Site at <http://www.efce.info/wpe.html>**

Descriptors at Branch/Programme Level Recommendations of the WPE-EFCE (II)

- ☞ **These recommendations cover**
 - **Learning outcomes**
 - ✓ **Adopting the EUR-ACE Framework Standards for Accreditation of Engineering Education**
 - **Achieving the learning outcomes**
 - ✓ **Core curriculum**
 - ✓ **Teaching and learning**
 - ✓ **Industrial experience**
 - ✓ **Review of the educational process**
 - ✓ **Student assessment**

Descriptors at programme level Recommendations of the WPE-EFCE (III)

- ☞ **Using as reference** accumulated knowledge, competences and skills after a Second Cycle in Chemical Engineering
- ☞ **A minimum dimension is proposed to**
 - ✓ **Basic sciences, enlarged with life sciences**
 - ✓ **Chemical engineering sciences**
 - ✓ **Chemical engineering core**
 - **With engineering design,**
 - **With a dissertation for training R&D&I,**
 - **With diverse profiles through electives and external training.**

New Directions for Chemical Engineering Education I - Address problems, answer demands

- **New concerns on energy and environment problems and generally on sustainability**
- **Sharp demand for 'performance products' - specialties, food, personal care products...**
- **Process and product development times came down sharply (3 to 5 fold) - risk management...**
- **Technological and scientific developments - new paradigms on Unit Operations open for discussion - micro-systems, process intensification...**
-

New Directions for Chemical Engineering Education II - Incorporate new knowledge, competences and skills

- ☞ Programmes are of course directed to scientific and technical knowledge (depending on the discipline)

BUT

- ☞ Should include developing of attitude, skills and competences valued by Industry and Society in general
 - Skills and competences for innovation and entrepreneurship
 - Job related skills
 - ✓ Teamwork, Communication, Leadership
 - Competencies (How tasks are done)
 - ✓ Holistic thinking, self-management, achievement of objectives..

New Directions for Chemical Engineering Education III - Today and for the future, we have to...

- ☞ Speak of
 - ✓ Life sciences and of biology as one of the four basic sciences,
 - ✓ Environmental issues and sustainability
 - ✓ (Nano) structures and material science issues
- ☞ Speak of ENERGY and OPTIMAL Operation
 - ✓ An economy based on alternative energy resources
 - ✓ Systems engineering and knowledge based methods for optimised, safe, simple to operate systems
- ☞ Give an answer to the demand of Society for specificity and quality
 - ✓ New products - competencies in product design

New Directions for Chemical Engineering Education IV - Guidelines... not a single degree structure... (II)

- ☞ A decision has to be made on appropriate dosage of depth and scale of phenomena analysis
 - **Molecular modelling and microscopic scale**
 - ✓ Polymer properties, microporous materials, vapour-liquid equilibria...
 - **Macroscopic scale**
 - ✓ Process modelling and process synthesis, full plant models for optimisation, computer-aided process operations
 - ✓ Modelling through knowledge integration

New Directions for Chemical Engineering Education IV - Guidelines... not a single degree structure... (III)

- Teach and induce sustainability through everyday work
- Bring students nearer to the practice of chemical engineering
- Give sufficient practical experience, both in the laboratory, pilot plant and industry in the core curriculum
- Promote holistic thinking through integrated case-studies and strengthening of horizontal issues

Dizer o que disse...

- ① Perceber o ensino da engenharia química no Espaço Europeu do Conhecimento
- ② Quadros de Qualificações
- ③ Recomendações para desenvolvimento curricular em engenharia química
- ④ Reflexão final - haverá ou estaremos a desenvolver um terceiro paradigma?

New Directions for Chemical Engineering Education Prospectively...

- ☞ A core group of topics, concerning basics and engineering, and of skills and competencies, should be part of the programmes
- ☞ A complementary group of elective modules should lead the student to work on frontier topics of chemical engineering and/or should enlarge their cultural background
- ☞ External training, more practical 'hands-on' training is required, mainly for first-degree level
- ☞ Academia and Industry should co-operate, offering each other aided-value, by accepting students for training (the Industry), by jointly designing pilot case studies, by providing theoretical background through courses
- ☞ **Lifelong learning is the key concept to have the edge**

Inspiring words from Chemical Engineering Education We should not forget the Sine Wave of Life

☞ The words of A.B. Newman, President AIChE, 1938

‘Theoretical descriptions should be limited to illustrate the engineering fundamentals, because a manager does not hire a young engineer just because he is able to describe how a product is produced’.

☞ Words of Ralph Landau, Stanford University, 1997*:

‘I believe chemical engineering’s third paradigm, if there is one, is to return the discipline closer to the practices in industry’

* Landau, R. (1997), "Education: Moving from Chemistry to Chemical Engineering and Beyond," Chemical Engineering Progress, AIChE, pp. 52-65

New Directions for Chemical Engineering Education Third Paradigm? Is it so?

☞ If there is, it is of a different nature of the second paradigm

☞ Still fuzzy, can we see it?

- Whole integrated approaches
- Student centred learning methods
- Skills and competencies
- Cultural interchanges - based on transnational cooperation
- Pro-active attitude for lifelong learning as the key for individual career management
-

New Directions for Chemical Engineering Education Third Paradigm ? Prospectively...



If this is not a paradigm shift, it is at least an extension of the concepts of the second paradigm that, as fifty years ago, will help in pushing the frontiers of chemical engineering beyond its present limits.