



IMPORTÂNCIA DA FORMAÇÃO EM BIOPROCESSOS E DOS ENGENHEIROS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS NO DESENVOLVIMENTO SOCIAL, ECONÓMICO E INDUSTRIAL

## DESAFIOS PARA UMA FORMAÇÃO MODERNA EM ENGENHARIA QUÍMICA

**José António Teixeira**  
 Coordenador do Conselho Regional Norte de Engenharia Química e Biológica

**António Vicente**  
 Vogal do Conselho Regional Norte de Engenharia Química e Biológica

### INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, a Engenharia Química é a disciplina que transforma matérias-primas em produtos úteis utilizando processos físicos e químicos. Neste contexto, a formação tradicional do Engenheiro Químico, com uma base sólida em Matemática, Física e Química, tem como assuntos principais os fenómenos de transporte, cinética da reacção química, análise de reactores, termodinâmica, processos de separação e projecto, optimização e controlo de *Processos Químicos*. Os desenvolvimentos ocorridos no conhecimento dos processos à escala molecular, por um lado, e a compreensão dos sistemas biológicos, por outro, tornando possível a sua análise de um ponto de vista de Engenharia, levou a uma alteração profunda nos paradigmas clássicos da formação em Engenharia Química e a que fossem formados profissionais com competências para trabalhar em «novas» áreas de actividade. Neste contexto, surge a formação em Engenharia Biológica que tem como objectivo responder aos desafios colocados pelos avanços na utilização de processos biológicos para a bio-conversão de materiais bióticos e abióticos em produtos e serviços.

Neste documento, pretende-se evidenciar a importância da formação em *Processos Biológicos* (ou Bioprocessos) para uma formação moderna em Engenharia Química abordando os desafios colocados à formação em Engenharia

Biológica e a importância dos Engenheiros Químicos e Biológicos no desenvolvimento social, económico e industrial.

De salientar que a utilização da designação de Engenharia Biológica no âmbito deste texto pretende ser o mais abrangente possível englobando designações como Engenharia Bioquímica e Engenharia Biotecnológica, entre outras.

### O QUE É HOJE UM ENGENHEIRO QUÍMICO?

Começemos por perceber o que é uma formação moderna em Engenharia Química. Para tal, recorremos a diferentes fontes, nomeadamente associações profissionais e entidades do Ensino Superior que oferecem formação nesta área.

- A Engenharia Química é uma disciplina vibrante com um papel central em muitas novas e emergentes tecnologias – especificamente na transferência da informação «molecular» e descoberta de novos produtos e processos. A Engenharia Química evoluiu de uma disciplina associada a uma única indústria (petroquímica) para uma disciplina que intervém em muitas e diferentes indústrias com um espectro alargado de aplicações químicas e biológicas. Na formação em Engenharia Química é necessário manter um núcleo bem definido que defina as disciplinas e forneça as bases para a sua quantificação, integração e relevância na resolução de problemas.

em cima

4Widnes, mid-1800's. Photo: ICI archive

É também fundamental uma estreita interacção com as ciências – física, química e biologia – é essencial para que o engenheiro químico tenha uma efectiva acção em todas as escalas – sistemas, processos, produtos e moléculas – e a diferentes níveis e uma perspectiva interdisciplinar de inovação tecnológica e desenvolvimento (**American Institute of Chemical Engineers-AIChE**)

- Um Engenheiro Bioquímico deve ser capaz de controlar todas as metodologias e processos associados à bio-conversão de materiais bióticos e abióticos. Por outras palavras, deve ter a capacidade de projectar e otimizar novos processos, dominar o desenvolvimento e aplicação de novos bio-catalisadores e calcular/projectar reactores biológicos e operações unitárias de extracção/purificação. (**L'Institut des Sciences Appliquées de Toulouse – INSA de Toulouse**)
- A Engenharia Química e a Engenharia Bioquímica são, na sociedade moderna, a base das transformações das matérias-primas de diferentes origens em produtos característicos da era pós-industrial. Os engenheiros químicos e bioquímicos tornam possível a produção em grande escala de drogas, produção a baixo preço de produtos químicos e combustíveis, e a produção economicamente viável de materiais avançados e com propriedades específicas com aplicação em áreas tão diversas como comunicação, saúde e transportes. A minimização/eliminação das agressões ambientais de novos processos produtivos na fase de projecto e a efectiva redução da poluição causada por processos existentes requer a competência técnica e científica do Engenheiro Químico ou Bioquímico. Resolver os problemas actuais e assegurar o crescimento com um consumo mínimo de materiais e recursos energéticos exige engenheiros químicos e bioquímicos bem preparados/formados (**Technical University of Denmark – DTU**)
- A Engenharia Biológica está na interface entre as Ciências da Vida e de Engenharia. Isto é, a Engenharia Biológica é a integração das Ciências Naturais e das Ciências de Engenharia com vista à aplicação industrial de organismos, células, partes de células e seus constituintes moleculares para a obtenção de produtos e serviços. A formação em Engenharia Biológica, com uma

forte componente em Engenharia Química, visa formar «Engenheiros de (Bio)Processo» para indústrias onde predominem os processos biológicos, químicos ou físico-químicos. As áreas de intervenção dos Engenheiros Biológicos situam-se em domínios multidisciplinares das Ciências e Tecnologias Biológicas e Químicas, nas Indústrias de Fermentação, Farmacêutica e Agro-alimentar, na Indústria Química e nas áreas Biomédica e Ambiental. (**Departamento de Engenharia Biológica da Universidade do Minho, DEB-UM**)

- A Engenharia Bioquímica é um ramo da Engenharia Química ou da Engenharia Biológica que se ocupa, principalmente, com o projecto e construção de unidades processuais que envolvem organismos ou moléculas biológicas, tais como biorreactores. A Engenharia Bioquímica é frequentemente ensinada como uma opção complementar à Engenharia Química ou Biológica devido às semelhanças existentes quer no curriculum de base quer nas técnicas de resolução de problemas. A Engenharia Bioquímica é aplicada na indústria alimentar e de rações, farmacêutica, biotecnologia e tratamento de águas residuais (**Wikipedia**)

Todas estas definições demonstram a importância de inclusão de áreas de conhecimento como a Biologia, a Microbiologia e a Genética, para além das tradicionais, na formação de um Engenheiro Químico/Biológico/Bioquímico. Os Engenheiros Químicos/Biológicos/Bioquímicos devem ter conhecimento dos princípios e processos celulares e biomoleculares. A Química e a Biologia estão cada vez mais em pé de igualdade como ciências de base para a sua formação. De salientar que a utilização quase indiferenciada dos termos Engenharia Química, Engenharia Biológica



ao lado  
Ludwigshafen, 2007. Photo: BASF

e Engenharia Bioquímica é a mais clara evidência da evolução que tem vindo a ocorrer na formação em Engenharia Química.

Para uma melhor percepção da importância de uma nova dinâmica de formação em Engenharia Química e do desenvolvimento de novas competências, devem também ser referidas as actuais tendências da Indústria Química:

- A Indústria Química é cíclica
- A Indústria está a tornar-se global
- Ocorrência de fusões de companhias e linhas de produto
- As empresas químicas estão a transformar-se em empresas de «ciências da vida» e a libertar-se das unidades químicas
- Criação de empresas virtuais – contratação de serviços, incluindo investigação
- A Engenharia Química já não é a Petroquímica nem a Indústria dos Produtos Químicos
- O tempo de lançamento dos novos produtos diminui drasticamente
- Os Engenheiros terão vários empregos
- Os Engenheiros Químicos actuarão num leque mais largo de actividades:
  - química, bioquímica, materiais, ...
  - ensino, medicina, finanças, direito, ...

A Indústria Química sofreu uma mudança radical e as antigas unidades industriais «sujas» e poluentes foram substituídas por unidades cada vez mais sustentáveis do ponto de vista ambiental e tecnologicamente mais eficientes.

### ÁREAS DE ACTUAÇÃO DOS ENGENHEIROS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS

Como anteriormente referido, as actuais tendências da formação em Engenharia Química

surtem como resposta à crescente procura nos anos 90 de engenheiros químicos em diferentes e variadas indústrias. Com efeito, a Engenharia Química actual situa-se numa posição ímpar na interface entre as ciências moleculares e a engenharia, conforme a Figura seguinte representa, onde é também evidenciada a multiplicidade de sectores/actividades de actuação.

A importância da Engenharia Química para o desenvolvimento social/económico e industrial é demonstrada pelos seguintes exemplos de actuação:

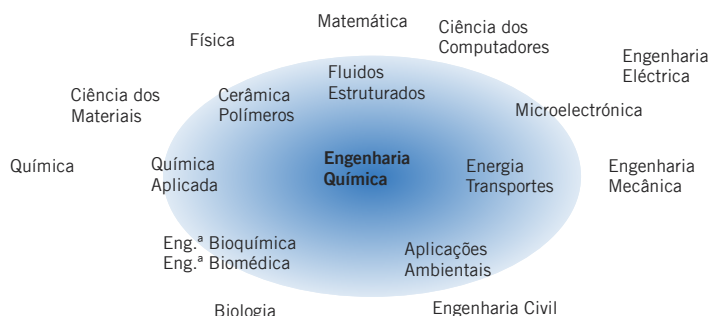
#### Produção de Energia

- Os engenheiros químicos estão bem preparados para ir ao encontro dos desafios associados a todos os sistemas de produção de energia
- Têm contribuído para o desenvolvimento dos sistemas de produção de energia utilizando fontes fósseis/não renováveis tais como carvão, petróleo, gás natural e propano.
- Mais recentemente, as competências dos engenheiros químicos têm sido centradas na produção de combustíveis a partir de recursos renováveis – biomassa, energia solar e eólica.

#### Protecção do ambiente

Os engenheiros químicos desempenham um papel fundamental na resposta aos desafios ambientais. Têm competências únicas para o desenvolvimento de novas tecnologias, sistemas de monitorização, técnicas de modelação e estratégias de operação que:

- contribuem para a redução do volume e toxicidade dos poluentes que poderão entrar nos sistemas aquáticos, aéreos e solo
- levam a uma redução significativa do impacto negativo das instalações industriais e energéticas e veículos de transporte significativa



**fig. 1 (ao lado)**  
A Engenharia Química como interface entre as ciências moleculares e a engenharia

- permitem uma melhor e mais eficiente utilização dos resíduos/efluentes do processamento industrial.

#### Avanços em Biomedicina

Os engenheiros químicos contribuem decisivamente para os avanços em biomedicina, com o objectivo de:

- modernizar os sistemas de diagnóstico e opções de tratamento
- aumentar a eficiência e segurança dos sistemas de libertação controlada de drogas
- obter melhores resultados terapêuticos tendo por base a melhoria/optimização do desempenho dos processos químicos/biológicos subjacentes às terapêuticas em questão.

O objectivo final é permitir que as pessoas vivam mais tempo e com melhor qualidade de vida.

#### Desenvolvimento da Electrónica

- Os dispositivos electrónicos existentes no mundo moderno devem a sua existência ao «chip» semiconductor.
- Os engenheiros químicos contribuíram para a invenção destes «chips», pelo seu papel fundamental no desenvolvimento de novos materiais e nos respectivos processos de fabrico

#### Melhoramento da Produção Alimentar

Nesta área, a contribuição dos engenheiros químicos é extensa:

- descoberta de fertilizantes, pesticidas e herbicidas que protegem e melhoram o crescimento de frutas e vegetais
- inovação no processamento alimentar e embalagem permitindo melhorar o gosto, aspecto e valor nutricional dos alimentos com simultâneo aumento de segurança, disponibilidade e tempo de prateleira
- novas técnicas de esterilização que protegem os alimentos da degradação microbiana e as pessoas das doenças de origem alimentar

#### Novos materiais

A ciência dos materiais é um das áreas mais activas em Engenharia Química. Envolve a descoberta, avaliação e manipulação de propriedades úteis de diferentes substâncias, resultando

numa vasta gama de novos materiais com propriedades únicas aplicadas no desenvolvimento de produtos inovadores.

### COMPONENTES E OBJECTIVOS DE UM CURRÍCULO MODERNO EM ENGENHARIA QUÍMICA

Os novos desafios colocados à actuação dos engenheiros químicos levaram a uma alteração profunda nos *curricula* académicos. Com efeito, os princípios nucleares da formação em Engenharia Química têm vindo a evoluir desde que a Engenharia Química existe como tal, sendo esta evolução particularmente profunda com as alterações de paradigma ocorridas nos anos 90 com a emergência da Engenharia Molecular de Produtos e Processos.

fig. 2 (em baixo)

Novos princípios nucleares na formação de um Engenheiro Químico

* Novos princípios nucleares	
<b>Transformações à escala Molecular</b> Química e Biologia Física: mudança de fase, adsorção, etc.	O núcleo antigo não integra conceitos moleculares
<b>Descrições Multi-Escala</b> da escala «sub-molecular» até à «super-macro» para processos físicos, químicos e biológicos	O núcleo antigo cobre somente macro para contínuo, física e química
<b>Análise e Síntese de Sistemas</b> Em todas as escalas Ferramentas para lidar com a dinâmica, complexidade, incerteza, factores externos	O núcleo antigo está ligado principalmente a processos de larga escala

Para responder de um modo eficaz a estes desafios, os *curricula* em Engenharia Química, deverão continuar a manter um núcleo bem definido que defina a disciplina e forneça a base para a quantificação, integração e relevância na solução de problemas. É essencial uma ligação próxima e ampla às ciências - Física, Química e Biologia – o que permitirá ao engenheiro (bio)químico intervir em todas as escalas – sistemas, processos, produtos e moléculas – em diferentes níveis de foco e fornecendo perspectivas multidisciplinares no desenvolvimento e inovação tecnológica.

#### BIBLIOGRAFIA

<http://www.aiche.org/>  
[www.insa-toulouse.fr/](http://www.insa-toulouse.fr/)  
[www.dtu.dk](http://www.dtu.dk)  
[www.deb.uminho.pt](http://www.deb.uminho.pt)  
<http://www.chemicalengineering.org>  
 Frontiers in Chemical Engineering Education Workshops  
 (CCR/NSF/AIChE) – <http://web.mit.edu/che-curriculum/>