

revista de

ANO II - Nº 2 - 1993

QUÍMICA

INDUSTRIAL

Edição Científica



XXXII CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA

ENGENHEIRO QUÍMICO

ABRAHAM ZAKON

Engenheiro Químico M.Sc., Doutor em Engenharia, Professor Adjunto do Depto. de Processos Inorgânicos da Escola de Química da UFRJ

WILSON MILFONT JR.

Químico Industrial especializado em Tecnologia de Processos Orgânicos, Professor Adjunto do Depto. de Processos Orgânicos da Escola de Química da UFRJ

R E S U M O

O ensino da Engenharia Química no Brasil privilegia as disciplinas de engenharia (físico-química aplicada) em detrimento das de tecnologia química (química aplicada). Este fato decorre da cópia do modelo norte-americano de ensino e resulta em profissionais com formação tecnológica deficiente. O problema é agravado pela crise que a Universidade brasileira vem atravessando há duas décadas.

Os autores propõem uma correção de rumo na formação do engenheiro químico, através do reforço do ensino tecnológico a partir dos primeiros períodos da graduação e do aumento da carga do ensino experimental.

INTRODUÇÃO

Um grande número, senão a maioria dos estudantes que ingressam na Universidade querendo estudar química via engenharia química, desconhecem o conteúdo do currículo que escolheram no vestibular (1). O convívio dos autores com estudantes de dois cursos de engenharia química no E.do Rio de Janeiro tem revelado o grande interesse dos mesmos em conhecer os objetivos da profissão, bem como de que forma o curso escolhido poderia capacitá-los a exercê-la adequadamente.

O presente trabalho visa a informar o estudante sobre a natureza do curso que abraçou, seu enfoque e abrangência, e aporta uma visão crítica desse curso para reflexão da comunidade acadêmica.

CONCEITUAÇÃO

Não há uma definição universalmente aceita da Engenharia Química.

A mesma pode ser definida como "o ramo da Engenharia ligado aos processos industriais, que envolvem transformações químicas e físico-químicas da matéria (mudanças de estado, de conteúdo energético e de composição). Esses processos são, em geral, constituídos de três etapas: a) tratamento preliminar da matéria-prima; b) processamento; c) separação e purificação dos produtos, bem como reciclo que visa o aproveitamento máximo de material por um mesmo processo." Esta é a definição de P.S.Santos (2), apenas modificada no primeiro parágrafo por introduzir de forma explícita a expressão "transformações químicas".

Os processos industriais envolvem transformações físicas/ físico-químicas e químicas mas a etapa de processamento, numa indústria química, consiste essencialmente em reações químicas (Figura I). Um curso de engenharia química necessita pois ter como objetivo capacitar seus alunos tanto em tecnologia química (química aplicada) como em operações industriais (física/físico-química aplicada) que não envolvem transformações no conteúdo dos compostos.

A visão das áreas do conhecimento e disciplinas predominantes ao longo do desenvolvimento de uma tecnologia química (Figura II) reforça a tese da essencialidade do conhecimento de química pura e aplicada no exercício da química industrial.

Embora não pareça haver dúvidas quanto ao objeto, as divergências começam quando se considera as disciplinas envolvidas (currículo), a carga horária e a ênfase em trabalho experimental dos diversos cursos de engenharia química.

A Figura III é ilustrativa quanto ao grande número de áreas do conhecimento envolvidas e suas interfaces no ensino das químicas puras e aplicadas, aí inclusos os cursos de engenharia química.

F.Habashi (3) traçou um histórico dos cursos de Engenharia Química no mundo e mostrou como os mesmos surgiram na América do Norte (EUA) no final do século XIX, com objetivos aparentemente iguais aos da Química Industrial (sinônimos: química tecnológica, química aplicada ou tecnologia química), surgidos na Europa um século antes. Distinguiu-se destes porém por sistematizarem o ensino das operações de física aplicada, agrupando-as no que seria depois conhecido como o inovador conceito de "operações unitárias".

Ao mesmo tempo, esses cursos passaram a dar ênfase bem maior às operações unitárias que aos processos químicos, fazendo crescer os departamentos de engenharia química nas universidades, reduzindo a carga horária das atividades de química aplicada e restringindo seu âmbito aos departamentos de química. Este é o modelo até hoje seguido nos EUA e Canadá e, pela natureza de seu enfoque, levou Habashi a definir os cursos de Engenharia Química como cursos de "físico-química aplicada".

O modelo europeu, também seguido pelo Japão, continua privilegiar

do o ensino dos processos químicos, com um número grande de disciplinas de química aplicada, distribuídas em vários departamentos, mantendo um equilíbrio melhor entre as disciplinas tecnológicas e as de engenharia.

A diferença de ênfase entre os dois modelos resulta em que, não apenas no ensino de graduação como no pós-graduado e nas atividades de P&D, as universidades norte-americanas dão maior destaque às operações unitárias e ao projeto de reatores e plantas industriais, enquanto que as universidades européias e japonesas mantêm sua ênfase nas transformações químicas e na inovação química dos processos industriais. Habashi aponta, como consequência dessa distinção, um menor ritmo de inovação em processos químicos nos EUA que na Europa e Japão.

SITUAÇÃO BRASILEIRA

A Engenharia Química, como ensinada no Brasil, é deficiente na formação em tecnologia química (química aplicada) ao mesmo tempo que apresenta bagagem excessiva de disciplinas de engenharia (físico-química aplicada) e carga insuficiente de disciplinas experimentais em ambas as áreas.

As razões que levaram a esta situação devem ser buscadas na história da evolução do curso no país.

A busca da modernização do ensino da engenharia química levou o Governo Brasileiro, no final da década de 50 e durante a de 60, a enviar grande número de profissionais para pós-graduação em engenharia química no exterior, principalmente em universidades dos EUA.

Com o retorno desses profissionais ao Brasil e sua participação nas atividades de graduação e pós-graduação, foram reforçados os Departamentos de Engenharia Química das principais Universidades brasileiras (inicialmente a Universidade do Brasil - UB e a Universidade de São Paulo - USP) (4), com a consequente adoção do modelo norte-americano do ensino da engenharia química.

O processo foi consolidado com a criação do primeiro curso de pós-graduação em engenharia química no país em 1962 na UB, seguida da criação da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia - COPPE em 1963. A inegável competência técnica dos profissionais então formados disseminou e reforçou o ensino das disciplinas da engenharia química (físico-química aplicada) no país.

Ao longo do mesmo período, o ensino da química industrial não sofreu evolução comparável. Os Institutos de Química criados nas universidades brasileiras (sendo o IQ-UB o pioneiro) concentraram a competência em química fundamental, reforçando o modelo norte-americano de ensino adotado, sem a contrapartida de abarcar, como nos EUA, dis-

ciplinas e atividades de química aplicada.

Os Departamentos de Tecnologia das Escolas de Química não sofreram modernização semelhante. A existência de Institutos Tecnológicos tradicionais no país cobrindo vastas áreas de especialidades (como o Instituto Nacional de Tecnologia - INT no Rio e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT em São Paulo) não contribuíram para modernizar o ensino da química aplicada, dada sua pequena interação com as atividades de ensino e pesquisa universitárias, ao contrário do que ocorre na Europa.

A maior competência das áreas de engenharia implicou na conquista de maior espaço docente e na formação de engenheiros químicos com bagagem deficiente nas disciplinas de química aplicada, que constituem o cerne do conhecimento tecnológico em química. Cursos de graduação em Química Industrial foram extintos e os de Engenharia Química passaram a privilegiar as operações (físico-química aplicada) em detrimento dos processos (química aplicada).

Ao mesmo tempo, a qualidade do ensino universitário como um todo foi prejudicada nas últimas duas décadas pela conjuntura recessiva, e a não-priorização do ensino pelo Governo, num quadro de escassez de recursos e evasão de profissionais docentes em todas as áreas do conhecimento.

Dois gerações de profissionais foram já graduadas segundo esse modelo e dentro desse cenário. A sua disseminação em todos os setores profissionais, inclusive nas áreas de planejamento e gestão governamentais, contribuíram, entre outros efeitos, para formar a visão distorcida que hoje se tem do perfil e atuação desejáveis do engenheiro químico no Brasil.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O declínio do ensino da tecnologia química nos cursos de engenharia química no Brasil deixou sérias lacunas, na formação de pelo menos uma geração de engenheiros químicos no país. Essas lacunas persistem e suas principais consequências vêm sendo:

- Formação de profissionais que desconhecem a natureza do conhecimento tecnológico e a distinção entre operações e processos químicos industriais;
- Choque cultural entre os profissionais recém formados e o mercado de trabalho, dada a insuficiência de conhecimentos de química aplicada e a ausência de bagagem e motivação adequadas para acompanhar e desenvolver processos na indústria;
- Agravamento da dificuldade histórica de diálogo entre a Universidade e o Setor Produtivo, com a impossibilidade de se definir e conduzir programas de PeD de interesse comum em química aplicada;

- Plantel insuficiente de engenheiros químicos com visão correta e abrangente da tecnologia química, necessária à defesa dos interesses nacionais em questões cruciais da política tecnológica. Tais questões envolvem, por exemplo, a absorção de tecnologia em áreas de ponta, como a de novos materiais (cerâmicos, plásticos de engenharia, etc). a consolidação de segmentos estratégicos como o de intermediários de química fina, e a priorização de áreas de PeD para desenvolvimento/adaptação de novos processos e produtos.

A proposição de uma política de longo prazo para reforçar o ensino da tecnologia química está além do escopo deste trabalho. Propõe-se algumas medidas de efeito imediato, cuja necessidade vem sendo sentida por professores e alunos, e que poderão conduzir ao estabelecimento dessa política.

São elas:

- a) Reforço do ensino das disciplinas tecnológicas no currículo de engenharia química;
- b) Aumento da carga horária do ensino experimental aplicado;
- c) Maior exposição dos alunos a atividades que envolvam a interação entre operações e processos industriais, desde os primeiros períodos letivos (Figura IV).

BIBLIOGRAFIA

1. Zakon, A., Motivações e obstáculos no aprendizado de engenharia química para concluir o curso e para atuar em desenvolvimento sustentável. Trabalho apresentado no COBENGE. Outubro 1992
2. Santos, P.S., "Conceituação do Ensino da Engenharia Química". Revista Brasileira de Engenharia Química, 4 (3/4), 14-22 (1980)
3. Habashi, F., "Chemical technology versus chemical engineering education". Proceedings of the Eight Canadian Conference on Engineering Education. Laval University, Canada, May 1992
4. CNPq, "Engenharia Química - Avaliação e Perspectivas - 1978". Revista Brasileira de Engenharia Química, 3(1), 43-64 (1979).

FIGURA I

ESQUEMA BASICO DOS PROCESSOS QUIMICOS INDUSTRIAIS SUSTENTAVEIS

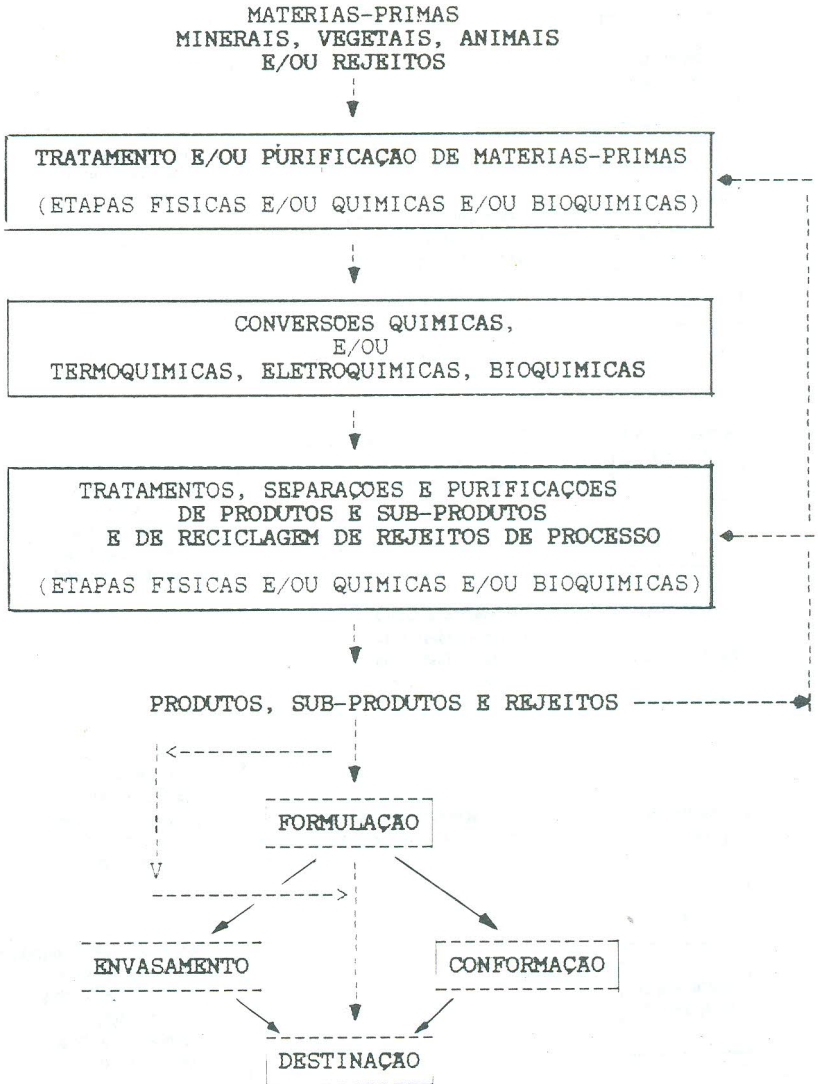


FIGURA II

DISCIPLINAS E/OU ESPECIALIDADES PREDOMINANTES
AO LONGO DO DESENVOLVIMENTO DE UMA TECNOLOGIA QUÍMICA

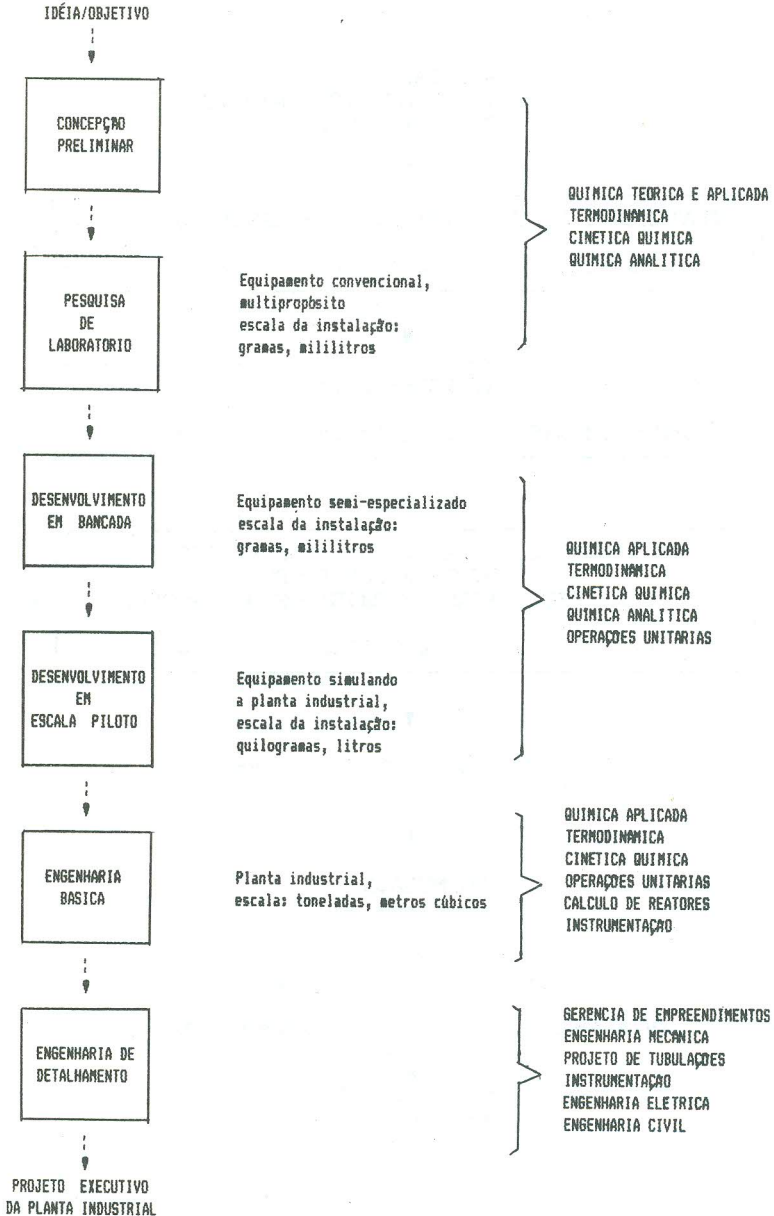


FIGURA III
AS INTERFACES DAS QUÍMICAS

QUÍMICA INDUSTRIAL

ENGENHARIA EM PROCESSOS QUÍMICOS INDUSTRIAIS:

PESQUISA/CONCEPÇÃO DE ROTAS DE PROCESSO, INCLUINDO RECICLAGEM E TRATAMENTO DE REJEITOS E EFLUENTES
PROJETO/SELEÇÃO E OPERAÇÃO DE EQUIPAMENTOS/PLANTAS, ESTEQUIOMETRIA INDUSTRIAL COM MATERIAS-PRIMAS, INSUMOS, PRODUTOS, REJEITOS E EFLUENTES;
CONTROLE DE OPERAÇÃO E PROCESSAMENTO, E DA QUALIDADE DE MATERIAS-PRIMAS, PRODUTOS E EMBALAGENS.

QUÍMICA LABORATORIAL

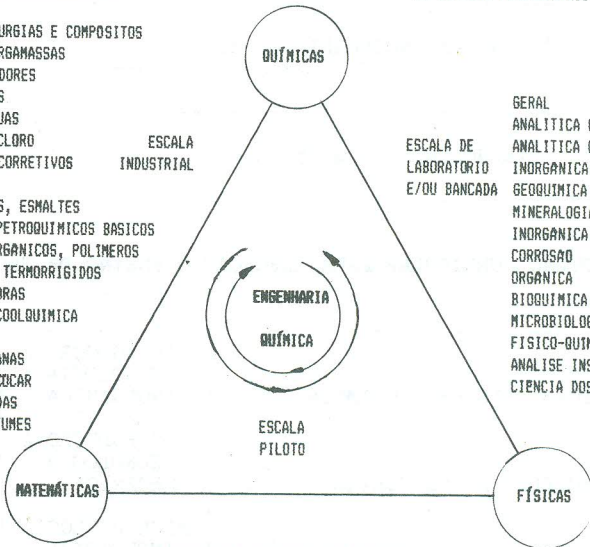
ENGENHARIA EM PROCESSOS MICROSCÓPICOS:

CONCEPÇÃO DE APARATOS E APARELHOS LABORATORIAIS
PESQUISA DE SINTESES, DECOMPOSIÇÕES, E TRANSFORMAÇÕES
NOVOS PRODUTOS, MELHORIA DE PROPRIEDADES, IDENTIFICAÇÃO E PROJETO DE COMPOSIÇÕES, ARQUITETURA MOLECULAR E ENGENHARIA GENÉTICA.

EM TECNOLOGIAS DE

CERAMICAS, METALURGIAS E COMPOSITOS
AGLOMERANTES E ARGAMASSAS
PILHAS E ACUMULADORES
GASES INDUSTRIAIS
TRATAMENTO DE AGUAS
ALCALIS, SAIS E CLORO
FERTILIZANTES E CORRETIVOS
PESTICIDAS
PIGMENTOS, TINTAS, ESMALTES
CARBOQUÍMICOS E PETROQUÍMICOS BÁSICOS
INTERMEDIÁRIOS ORGÂNICOS, POLÍMEROS
TERMOPLÁSTICOS E TERMORRÍGIDOS
ELÁSTOMEROS E FIBRAS
OLEOQUÍMICA E ALCOOLQUÍMICA
QUÍMICA FINA
SÍNTESES MICROBIANAS
FERMENTAÇÕES E AÇÚCAR
ALIMENTOS E BEBIDAS
COSMÉTICOS E PERFUMES
CELULOSE E PAPEL

ESCALA
INDUSTRIAL



EM ESTUDOS FUNDAMENTAIS DE

GERAL
ANALÍTICA QUALITATIVA
ANALÍTICA QUANTITATIVA
ESCALA DE LABORATÓRIO E/OU BANCADA
INORGÂNICA CLÁSSICA
GEOQUÍMICA
MINERALOGIA
INORGÂNICA AVANÇADA
CORROSÃO
ORGÂNICA
BIOQUÍMICA
MICROBIOLOGIA
FÍSICO-QUÍMICA
ANÁLISE INSTRUMENTAL
CIÊNCIA DOS MATERIAIS

ESCALA
PILOTO

CIÊNCIAS E ELEMENTOS DE ENGENHARIA
PARA PROJETO E OTIMIZAÇÃO DE
INSTALAÇÕES, EQUIPAMENTOS E SISTEMAS

ARITMÉTICA
GEOMETRIA E TRIGONOMETRIA
DESENHO TÉCNICO
GEOMETRIA ANALÍTICA
CÁLCULO DIFERENCIAL
CÁLCULO INTEGRAL
ÁLGEBRA LINEAR
MÉTODOS NUMÉRICOS
ESTATÍSTICA
COMPUTAÇÃO
ECONOMIA

TERMODINÂMICA
MECÂNICA DOS MATERIAIS
ELETRICIDADE
FENÔMENOS DE TRANSPORTE
OPERAÇÕES UNITÁRIAS
CINÉTICA QUÍMICA
CÁLCULO DE REATORES
INSTRUMENTAÇÃO
SIMULAÇÃO E CONTROLE DE PROCESSOS
ENGENHARIA ECONÔMICA DE PROCESSOS
ENGENHARIA BIOQUÍMICA
ENGENHARIA DO MEIO-AMBIENTE

ESTÁTICA DOS CORPOS
DINÂMICA DOS CORPOS
ELETRICIDADE E MAGNETISMO
ELETRÔNICA
TERMOLÓGIA
CRIOGENIA
HIDRÁULICA
ÓPTICA
ACÚSTICA
NUCLEAR
DO ESTADO SÓLIDO
DA ENERGIA SOLAR

FIGURA IV

O ENSINO TECNOLÓGICO NA ENGENHARIA QUÍMICA

A - DISTRIBUIÇÃO ATUAL DOS GRUPOS DE DISCIPLINAS

MATEMÁTICAS	FÍSICAS	QUÍMICAS	ACESSÓRIAS	CICLO BÁSICO
CIÊNCIAS DA ENGENHARIA QUÍMICA				CICLO
TECNOLOGIAS QUÍMICAS				PROFISSIONAL

B - PROPOSIÇÃO CURRICULAR PARA REFORÇAR O ENSINO DE TECNOLOGIAS

MATEMÁTICAS, FÍSICAS, QUÍMICAS E DISCIPLINAS ACESSÓRIAS	INTRODUÇÃO A TECNOLOGIA INORGÂNICA INTRODUÇÃO A TECNOLOGIA ORGÂNICA MICROBIOLOGIA INDUSTRIAL	CICLO BÁSICO
CIÊNCIAS DA ENGENHARIA QUÍMICA	TECNOLOGIAS QUÍMICAS E BIOQUÍMICAS	CICLO PROFIS- SIONAL