

DUAS ESCOLAS NUMA SÓ: ENGESSAR OU FLEXIBILIZAR O ENSINO DA ENGENHARIA QUÍMICA ?

*Abraham Zakon¹, Rosana Marques Amorim², Bárbara Parreiras Sá²,
Moacyr Martin Rocha Neto², Douglas Silva Porto²,
Edmilson Barbosa de Lima Jr², Aurélio de Paula Gondim Pinheiro²*

Universidade Federal do Rio de Janeiro¹
Departamento de Processos Inorgânicos, Escola de Química
Centro de Tecnologia, Bloco E – Sala 206
21949-900 - Ilha da Cidade Universitária - Rio de Janeiro, RJ
Telefones: 0XX-21-562-7643 Fax: 0XX-21-562-7567
zakon@eq.ufrj.br

Universidade Federal do Rio de Janeiro²
Diretório Acadêmico da Escola de Química
Centro de Tecnologia, Bloco E – Térreo
21949-900 - Ilha da Cidade Universitária - Rio de Janeiro, RJ
Telefones: 0XX-21-562-7420 Fax: 0XX-21-562-7567

Resumo: *Coexistem duas correntes de ensino para formar engenheiros químicos: a “alquimista” – oriunda da Química Industrial - preconizando “muitos estudos de Matemática, Física e Química” e a “mecanicista” – que pretende minimizar os conhecimentos das Químicas – introduzida nos anos 60, via disciplinas de Fenômenos de Transporte e de Análise, Modelagem e Engenharia de Processos Químicos em cursos de mestrado e doutorado, e depois na graduação. A substituição da experiência profissional de antigos quadros docentes por recém pós-graduados e as mudanças das políticas de ensino resultaram em: (a) separação do “Provão” dos cursos de Química Industrial e Engenharia Química; (b) tentativas de reduzir o curso de graduação da Engenharia Química de cinco para quatro anos; (c) engessamento curricular em torno de disciplinas teóricas acoplado à redução das aulas laboratoriais ou experimentais; (d) rejeição de vocações que buscam conhecimentos maiores de Química na Engenharia Química, provocando evasões de alunos. Um tronco curricular de três anos (adaptável a todas as Engenharias), mesclando disciplinas dos antigos ciclos básico e profissional, pode motivar alunos, flexibilizar o ensino e conciliar vocações com os segmentos de mercado. São apresentadas as disciplinas e objetivos para o tronco curricular e novos cursos genéricos de Engenharia de Processos Químicos e Engenharia Química Industrial.*

Palavras-chave: *Engenharia Química, Tronco curricular de 3 anos, Cursos Genéricos, Engenharia de Processos Químicos, Engenharia Química Industrial*

1. A PROPOSTA DE UM TRONCO CURRICULAR DE TRÊS ANOS E NOVAS HABILITAÇÕES

A Escola de Química da UFRJ iniciou um processo de reforma curricular de graduação em 1998, que incorporou em 2000 a criação de um curso de “Engenharia Biológica”. Daí surgiu nossa idéia de se expandir mais ainda o leque das habilitações na área da Engenharia Química. A legislação das profissões da Química inclui uma variedade de 25 especialidades reconhecidas de Técnicos Químicos. Nas Engenharias fundamentadas em Química existem apenas 5 diplomas referentes a especialidades profissionais (se excluirmos os Químicos Industriais). O Sistema CREA-CONFEA reconhece 20 grupos de modalidades profissionais e 34 designações (Zakon, 2000). Nas áreas de Engenharia baseadas na Física surgem novas diplomações quando ocorre a transformação da ciência em tecnologia, como, por exemplo, no campo da Eletricidade, que se expandiu nas áreas de Eletrônica, Computação e na Mecatronica (Zakon, Szajnberg e Nascimento, 2001).

Desde 2001 surgiu uma interação entre alunos, alguns docentes e ex-alunos da Escola de Química da UFRJ que visou buscar o consenso de idéias, perspectivas e opções exequíveis para modernizar o curso de graduação de Engenharia Química sem atrofiar malhas curriculares, suas cargas horárias e a qualidade resultante dos formandos. As idéias aqui expostas contrariam as propostas originais da redução drástica da carga horária individual e total das disciplinas e do tempo de graduação – que ainda é cinco anos na quase totalidade dos cursos brasileiros.

O primeiro resultado daquela interação foi a divulgação no **Informativo do Conselho Regional de Química – 3ª Região** da nossa proposta para inovar o ensino da Engenharia Química e expandir a lista das suas habilitações que incluiu a criação de um tronco de disciplinas de três anos para uma árvore curricular referente a doze diplomas (Zakon, 2002). A proposta de tronco foi elaborada com sugestões de docentes, alunos e ex-alunos e pode ser adaptada ao contexto de todas as Engenharias (Tabela 1). O segundo resultado foi a criação repentina em junho de 2002 na Escola de Química do curso de Engenharia de Alimentos, que já existia na legislação pertinente.

2. JUSTIFICATIVAS PARA A PROPOSTA FLEXIBILIZANTE:

2.1 - A Engenharia Química constitui o estado mais evoluído e completo das profissões referenciadas à Química e incorpora ferramentas úteis a todas as especialidades reconhecidas nas leis e pelo mercado de trabalho.

2.2 - É impossível incorporar em detalhes todos os segmentos químicos industriais no aprendizado das profissões da Química, mas é viável oferecer uma base comum aos que optam em adquirir conhecimentos genéricos ou escolhem os específicos.

2.3 - É interessante expandir o leque de opções das especialidades ou habilitações no âmbito da Engenharia Química para acompanhar os avanços científicos, tecnológicos, profissionais e sociais.

2.4 – Os alunos vêm para a universidade para graduar-se e optar entre atuar em indústrias químicas, empresas diversas, setores públicos ou sistemas de ensino. Poucos pretendem permanecer na universidade. O espectro atual do corpo discente envolve alunos de diversas origens sociais, com expectativas de uma convivência saudável, academicamente produtiva e empolgante – incluindo horas de estudo, lazer, estágio ou atuação profissional.

2.5 – É possível formar engenheiros químicos industriais (“polivalentes”) – que equivaleriam aos antigos profissionais que adquiriam formação Química Industrial e, depois, da Engenharia Química convencional (voltada para projeto) - e estimular as vocações para as novas áreas de Engenharia de Processos Químicos, Gestão Tecnológica, Segurança Industrial, Ambiental, Química Fina, bem como algumas consagradas (Petroquímica, Saneamento, Matérias, Petróleo e Gás).

3. A BUSCA DO EQUILÍBRIO ATRAVÉS DE UMA PRIMEIRA DOSAGEM

3.1 – Expectativas de alunos e docentes.

Muitos calouros ingressam na universidade no esplendor de sua juventude, mas nem sempre compreendem o mundo novo repleto de novas responsabilidades que os acolhe. Motivá-los ao estudo intenso de imediato, exigindo-se aberta ou dissimuladamente a perda de horas de lazer (merecidas e necessárias) pode resultar na perda acentuada do entusiasmo pelo ingresso ao mundo acadêmica, sob uma avalanche de conceitos, metodologias e instrumentos científicos intrigantes. Frequentemente, surge o desespero individual e grupal perante a queda dos coeficientes de rendimento acumulado acarreta frustrações que devem ser evitadas.

A dificuldade maior dos docentes no exercício de suas funções talvez resida na Síndrome do Óbvio: “- Isto é óbvio, não precisa ser dito”. A dificuldade maior dos alunos, comprovada por docentes com formação e preocupação pedagógica (Nascimento, 2001), é a de estabelecer “pontes” ou conexões entre as matérias do segundo grau e as da universidade, bem como aquelas integrantes do próprio currículo de graduação (Zakon, Szajnberg e Nascimento, 2002). A fama da Escola de Química reside na sua forte tradição de ensino das Químicas Fundamentais e Tecnológicas nos seus cursos de graduação, ora em fase de redução na Engenharia Química, o que frustra muitos alunos.

3.2 – A necessidade de somar vivências ao invés de decidir no voto.

A experiência de docentes possuidores de muita experiência didática é importante para um processo de reforma curricular assim como as idéias renovadoras de novos professores. Porém, é imprescindível ouvir alunos de diversos períodos do curso de graduação, e, também, ex-alunos com tempos e especialidades diferenciadas. Obter um consenso para uma proposta curricular constitui um desafio gigantesco que deve ser enfrentado porque é compensador. Qualquer proposta que seja decidida no voto, principalmente sob o pretexto de atender prazos, está fadada ao insucesso parcial ou total, e seus efeitos danosos recaem sobre os alunos e sobre os envolvidos na administração do ensino universitário.

Portanto, as propostas incorporadas nas Tabela 1 e 2, e na Figura 1, deverão ser objeto de discussões adicionais, pois mesclam e divulgam proposições de docentes, ex-alunos e alunos veteranos - alguns dos quais com formação obtida em Escola Técnica Federal de Química. Não basta inovar; é necessário prover meios para que o aluno possa aprender suavemente uma massa de conhecimentos destinada a transformá-lo num profissional criterioso, criativo e entusiasta da habilitação adquirida.

Assim, as idéias humanísticas emanadas da Associação dos Ex-Alunos da EQ-UFRJ em consonância com a experiência adquirida por vários profissionais que atuaram em operação e gestão de indústrias químicas, projetos, vendas técnicas e consultorias foram incorporadas. Algumas experiências docentes voltadas para o estabelecimento de “disciplinas-ponte” foram incorporadas na proposição do tronco curricular de três anos. Dentre as propostas estabelecidas pela Comissão de Reforma Curricular da Escola de Química da UFRJ (2002), foram aproveitadas várias idéias de disciplinas correspondentes às ênfases para estabelecer as propostas dos sétimo ao décimo período dos cursos genéricos de **Engenharia de Processos Químicos** e **Engenharia Química Industrial**, porque incorporavam tendências de consenso coletivo a serem valorizadas.

3.3 – O nivelamento no primeiro ano é fundamental para convergir expectativas

A maior importância do primeiro período reside em apresentar uma visão ampla e moderna do contexto da profissão, através das disciplinas introdutórias às Ciências Naturais (mundos científico e tecnológico vistos pela História, Matemática e Termodinâmica), às Químicas Analíticas (a “alma” das profissões da Química) e à Computação (indispensável instrumento em todas as áreas de atuação). As disciplinas genéricas de Química Geral e Analíticas são indispensáveis. No caso de Basic, Fortran e Planilhas Eletrônicas, vale ressaltar que as duas linguagens são diferentes, porém seus programas são intercambiáveis, a nível de projeto ou de pesquisa acadêmica. Muitos programas antigos de Fortran são válidos para pesquisas de Cinética Química. Segundo Guigon (2000), programas elaborados em Fortran 77 podem ser submetidos ao compilador do Fortran 90, que oferece melhor desempenho computacional dentre as linguagens conhecidas, bem como existem versões para microcomputadores tipo PC. As aulas de Desenho Técnico vinculam-se à expressão milenar mais intuitiva e expressiva de qualquer ramo de Engenharia, visto que qualquer equipamento, construção, artefato num processo de concepção e acabamento é descrito por meio de tal recurso (pois, “uma imagem vale mais que mil palavras”).

No segundo período é necessário introduzir os aspectos fundamentais e característicos em Humanidades para que o estudante perceba as potencialidades do seu esforço individual e coletivo perante a sociedade. A descrição e concepção dos processos químicos industriais inorgânicos (milenares) e orgânicos consagrados, destacando as matérias-primas, os tratamentos e recursos de controle físico e químico, nas disciplinas introdutórias à “engenharia de processo” (ou tecnologia química) constitui uma inovação decisiva para consolidar convicções estudantis: se o aluno gostar,

permanece matriculado; em caso contrário, muda de curso e evita desgastes pessoais e despesas.

3.4 – A duração dos cursos de graduação de Engenharia Química.

Uma pesquisa da Associação dos Ex-Alunos da EQ-UFRJ realizada em 2000 e as opiniões emanadas por diversos alunos e consolidada pelo Diretório Acadêmico da EQ-UFRJ revelou a preferência (do mercado) pela graduação em 5 (cinco) anos.

Tabela 1.A - Disciplinas-tronco em três anos para cursos de Engenharia Química (Básicas, Tecnológicas e Gerenciais)

PERIODIZAÇÃO	OBJETIVOS E CONTEÚDO MÍNIMO
1º PERÍODO:	Lecionar as bases científicas fundamentais e as ferramentas computacionais e gráficas essenciais
Química Geral e Inorgânica	Lecionar as leis e procedimentos teóricos e experimentais da Química Geral e Inorgânica
Introdução às Ciências Naturais	Abordar os fenômenos e seres da Natureza e integrar as Ciências da Vida, as Geociências, as Ciências Físicas e as Ciências Químicas através da Matemática e da Termodinâmica.
Introdução às Químicas Analíticas	Apresentar os métodos e recursos das Análises Clássicas e Instrumentais em laboratórios e sistemas de controles fabris
Cálculo I	Fundamentos e elementos do Cálculo Diferencial e Integral.
Introdução à Computação	Basic, Fortran e Planilhas Eletrônicas
Desenho Técnico I	Apresentar as técnicas e recursos convencionais de expressão gráfica nas Ciências e nas Engenharias
2º PERÍODO	Prover uma base humanística e da engenharia dos processos químicos industriais tradicionais
Introdução ao Direito e à Filosofia	Apresentar conceitos e princípios gerais de Direito e Filosofia, para gerar um melhor entendimento do mundo e da linguagem jurídica necessários ao exercício da profissão e da sua cidadania
Física Clássica I	- Mecânica Clássica: Vetores. Cinemática. Dinâmica. Trabalho e energia mecânica, potencial e cinética. Rotação. Gravitação.
Química Orgânica I	Apresentar as propriedades fundamentais e sínteses de alcanos, cicloalcanos, alquenos, alquinos e dienos, halogenetos de alquila, nucleofilicidade, organometálicos, alcoois e éteres, aldeídos e cetonas, benzeno e aromaticidade, poliaromáticos.
Cálculo II	Apresentar os tópicos de Cálculo Diferencial e Integral (1ª Ordem)
Introdução à Eng. Processos Inorgânicos	Apresentar os tratamentos físicos e químicos de sólidos, líquidos e gases para extrair, transformar e purificar os elementos químicos a partir de recursos naturais, e sintetizar ou preparar compostos e compósitos, em laboratórios e indústrias.
Introdução à Eng. Processos Orgânicos	Apresentar as matérias-primas e produtos das indústrias petroquímica; carboquímica; oleoquímica, de polímeros, química fina, defensivos agrícolas; fármacos; corantes e pigmentos, destacando os processos unitários orgânicos: hidrogenação, oxo, aldolização, esterificação, hidrólise, alquilação, sulfonação-sulfatação, aminação, oxidação, halogenação, polimerização.

**Tabela 1.B- Disciplinas-tronco em três anos para cursos de Engenharia Química
(Básicas, Tecnológicas e Gerenciais)**

PERIODIZAÇÃO	OBJETIVOS E CONTEÚDO MÍNIMO
<p align="center">3^o PERÍODO</p> <p>Microbiologia Industrial</p> <p>Economia e Ciências Sociais</p> <p>Química Orgânica II</p> <p>Cálculo III</p> <p>Físico Química I</p> <p>Bioquímica I</p>	<p>Ampliar as bases humanísticas e científicas até o nível dos seres vivos microbianos</p> <p>Apresentar as variedades naturais de microorganismos e seus habitat e os procedimentos para seu uso industrial e ambiental</p> <p>Apresentar os fundamentos econômicos e sociais associados às indústrias químicas, ao comércio, mercados e desenvolvimento às conjunturas regionais e internacionais</p> <p>Apresentar as propriedades fundamentais e a síntese de amins alifáticas, anilinas, fenóis, ácidos carboxílicos, compostos polifuncionais carbonilados, introdução à síntese orgânica</p> <p>Equações diferenciais parciais clássicas. Superfícies. Integrais duplas e triplas, de linha e de superfície.</p> <p>Termodinâmica de Fases e Misturas</p> <p>Abordar os metabolismos dos organismos vivos e as técnicas laboratoriais associadas com sua subsistência e desaparecimento</p>
<p align="center">4^o PERÍODO:</p> <p>Física Clássica III</p> <p>Físico-Química II</p> <p>Segurança Industrial e Laboratorial</p> <p>Cálculo IV</p> <p>Estequiometria Industrial</p> <p>Ciência e Corrosão dos Materiais</p>	<p>Ampliar a base científica e associar com critérios e procedimentos de segurança e materiais empregados em plantas de processo e suas condições operacionais</p> <p>Eletricidade, Magnetismo e Ondas</p> <p>Teoria Cinética, Tensão Superficial</p> <p>Toxicologia. Higiene industrial. Classificar substâncias, sinistros e riscos. Procedimentos operacionais e sistemas de controle. Projetos preventivos. Primeiros socorros;</p> <p>Transformadas de Laplace, Séries de Fourier, Séries de Potência, Resolução de equações diferenciais por séries. Equações Onda, Calor e Laplace.</p> <p>Lecionar cálculos estequiométricos e balanços materiais e de energia aplicados a operações unitárias e processos químicos</p> <p>Estruturas e sistemas cristalinos e não-cristalinos: defeitos e caracterização Materiais orgânicos. Classificação e seleção de materiais usados nos equipamentos de processos de acordo com as condições de serviço. Corrosão e degradação dos materiais.</p>

**Tabela 1.C - Disciplinas-tronco em três anos para cursos de Engenharia Química
(Básicas, Tecnológicas e Gerenciais)**

PERIODIZAÇÃO	OBJETIVOS E CONTEÚDO MÍNIMO
5º PERÍODO	Consolidar as bases das engenharias químicas e bioquímica e da gestão tecnológica química
Física Moderna I - Introdução às Operações Unitárias Termodinâmica I	Base experimental da Física Quântica e Teoria da Relatividade Restrita Métodos de dimensionamento, seleção e projeto de equipamentos para beneficiar minérios, produtos sólidos e pastas; processar líquidos, gases e suspensões. Usos do “Manual de Engenharia Química” (Perry). Leis, funções e coordenadas termodinâmicas. Propriedades de fluidos puros e de misturas. Termoquímica. Uso de equações de estado e modelos de solução. Equilíbrio químico e de fases. Termodinâmica de processos em escoamento. Ciclos térmicos, refrigeração e liquefação. Análise termodinâmica de processos
Fundamentos de Engenharia Bioquímica Administração e Gestão Tecnológica Estequiometria Computacional	Processos fermentativos e enzimáticos das bioindústrias. Cinéticas e modelagem do crescimento microbiano e processos fermentativos contínuos e descontínuos. Dimensionamento e operação de sistemas de esterilização, aeração, agitação, filtros de ar e biorreatores. Emprego de células imobilizadas. Organização empresarial. Planejamento e controle da produção. Custos, finanças e contabilidade. Matemática financeira. Análise das demonstrações contábeis e de investimento. Estratégias competitivas e marketing. Inovações tecnológicas e competição.. Lecionar softwares avançados: MathLab, Mathcad e ASPEN
6º PERÍODO	associar a visão de conjunto de processos químicos industriais com os detalhes dos fenômenos através da modelagem
Cinética e Cálculo de Reatores Introdução aos Fenômenos de Transporte Métodos Numéricos da Engenharia Química Física Moderna II Introdução à Engenharia de Processos Controle e Instrumentação de Processos	Velocidades de reações simples e complexas. Modelos teóricos e determinação de parâmetros. Mecanismos. Reações não homogêneas e não elementares, enzimáticas e poliméricas. Adsorção. Reações catalíticas heterogêneas e em fase líquida. Fator de efetividade. Balanços de massa e energia em reatores ideais. Reatores batelada, de mistura (CSTR) e tubular (PFR), de reciclo e semi-batelada, bioquímicos e catalíticos. Desativação e Regeneração. Efeitos inibidores e promotores. Combinação e comparação de reatores contínuos. Estabilidade térmica. Caracterizar matematicamente os fluidos e sólidos em fenômenos reológicos, de transferência de calor e massa. Equações da continuidade, movimento e da energia. Análise dimensional e similaridade. Condução, convecção e radiação em trocadores e concentradores de calor. Difusão mássica. Transferência de massa convectiva, através de Interfaces e em vasos agitados. Aplicações em operações unitárias. Perda de carga em dutos e seleção de bombas. Trocadores de calor. Misturadores e reatores. Séries de potência. Resolução de equações algébricas não-lineares e de seus sistemas de equações. Interpolação polinomial. Diferenciação e integração numérica. Resolução de equações diferenciais ordinárias. Resolução de equações diferenciais parciais. Regressão linear e não-linear. Aplicações teóricas e práticas. Lecionar Elementos da Física Avançada O processo como um sistema. As etapas da criação de um processo (via modelagem). Síntese de processos. Integração energética e de controle. Sistemas especialistas. Métodos de otimização. Análise de processos. Técnicas computacionais aplicadas à análise e à síntese de processos Sistemas de realimentação. Representação em diagrama de blocos. Instrumentação industrial em malhas de controle. Sensores e transmissores de sinais. Elementos finais de atuação. Estabilidade e métodos de ajuste de controladores. Sistemas de controle antecipado e em cascata. Laboratório de controle e simulação de processos.

Figura 1 - Árvore Curricular para as novas habilitações de Engenharia Química

1º período 2º período 3º período 4º período 5º período 6º período 7º período 8º período 9º período 10º período

						ENGENHARIA	DE	PROCESSOS	QUÍMICOS
						ENGENHARIA	QUÍMICA DE	GESTÃO	TECNOLÓGICA
						ENGENHARIA	QUÍMICA	INDUSTRIAL	
						ENGENHARIA	QUÍMICA DE	SEGURANÇA	INDUSTRIAL
						ENGENHARIA	QUÍMICA	BIOLÓGICA	
TRONCO	TRONCO	TRONCO	TRONCO	TRONCO	TRONCO	ENGENHARIA	QUÍMICA	AMBIENTAL	
						ENGENHARIA	QUÍMICA	SANITÁRIA	
						ENGENHARIA	QUÍMICA DE	ÁGUAS E	UTILIDADES
						ENGENHARIA	QUÍMICA DE	ENERGIA	
						ENGENHARIA	PETROQUÍMICA		
						ENGENHARIA	DE QUÍMICA	FINA E	FÁRMACOS
						ENGENHARIA	QUÍMICA DE	MATERIAIS E	CATALISADORES

4. A ATUALIZAÇÃO DE DOIS CURSOS GENÉRICOS

A percepção diária do tratamento diferenciado que os alunos de graduação em Química Industrial recebem na mesma universidade onde se leciona o curso de Engenharia Química, e, ainda, alguma desvalorização em termos de mercado, que ainda ocorre de forma muito discreta, gerou a convicção de que era necessário equiparar os dois diplomas em termos de conteúdo e imagem. Assim, a idéia do curso de “Engenharia Química Industrial” representa uma decorrência daquele fato, bem como da experiência muito feliz da Escola de Química da UFRJ ter formado no Século XX vários químicos industriais que complementaram suas habilitações em Engenharia Química e adquiriram uma qualidade excepcional de trabalho. Vale ressaltar que existe no Brasil, pelo menos, um curso já regulamentado formando os “engenheiros químicos industriais”.

Para elaborar as Tabelas 2 e 3, foram consideradas diversas disciplinas eletivas ministradas na Escola de Química da UFRJ e aquelas propostas pela Comissão de Reforma Curricular em 2002. A discussão em detalhes seria desproporcional ao presente trabalho, e, por isto, foi excluída. Alguns exemplos podem ser abordados para o caso da Engenharia de Processos Químicos. Primeiro exemplo: a sigla CFD - *Computational Fluid Dynamics*” aborda a modelagem computacional associada a simulação de eventos grandes como, por exemplo, derramamento de petróleo no mar, rios, etc. Segundo exemplo: a Engenharia de Polímeros trata da modelagem de reatores e cinética de reações poliméricas e poderia incluir também os equipamentos de extrusão e moldagem de peças.

Em se tratando de estágios curriculares, verifica-se que um aluno da área de Engenharia Química pode buscar iniciações científicas na própria universidade nos primeiros anos e, posteriormente, em indústrias químicas e empresas de engenharia. Tal perspectiva pode gerar um fator de ansiedade, inclusive se considerarmos que muitos alunos precisam trabalhar para seu sustento. O advento de disciplinas ministradas em períodos semi-vespertinos ou noturnos vem sendo prestigiado por alunos desejosos de obter uma sólida formação universitária e profissional. Para melhorar a disponibilidade de tempo para os alunos realizarem estágios em empresas, ao nível de trinta horas semanais, convém limitar o número de disciplinas dos 7º ao 10º período em cinco. O “estágio supervisionado” tornou-se “obrigatório” e isto merece uma discussão ampla, pois ocupa uma carga horária anteriormente atribuída ao ensino experimental dentro da própria instituição.

5. CONCLUSÕES

1ª - A flexibilização do ensino de Engenharia Química incorpora necessariamente o reconhecimento de vocações e oportunidades diferenciadas no mercado de trabalho empresarial e acadêmico. A flexibilização proposta entende que o consenso pode ser atingido pela expansão das habilitações de Engenharia fundamentadas na Química, do mesmo modo como ocorre ao nível das demais que corresponderam aos avanços ocorridos na Física.

2ª - A idéia de tronco curricular de 3 anos pode ser adaptada para todas as Engenharias.

3ª - O consenso é mais difícil e lento para ser obtido do que a vitória em processos de votação, mas é mais duradouro e evita desgastes. As idéias inovadoras aqui apresentadas foram balizadas pela vivência atual de alunos cursando a graduação da Escola de Química da UFRJ e por docentes e ex-alunos, e constituem um resultado parcial de discussões que podem romper o engessamento de idéias baseadas no modelo mecanicista americano - que se aplica apenas a um tipo de vocação.

4ª - O trabalho prosseguirá para compatibilizar diferentes realidades acadêmicas e de mercado que possam estar ocorrendo no Brasil, visando ampliar as habilitações existentes, propiciar uma trajetória acadêmica empolgante e suavizada para todos os alunos e garantir a qualidade do ensino.

Tabela 2- Detalhamento da periodização da habilitação de Engenharia de Processos Químicos

Disciplinas do 7º período	Disciplinas do 8º período	Disciplinas do 9º período	Disciplinas do 10º período
ENGENHARIA	DE	PROCESSOS	QUÍMICOS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Mecânica dos Fluidos 2. Termodinâmica Avançada 3. Cinética Heterogênea e Cálculo de Reatores Não-ideais 4. Modelagem de Processos 5. Transferência de Calor 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Projeto de Equipamentos Térmicos 2. Transferência de Massa 3. Operações Unitárias I 4. Sistemas de Separação 5. Engenharia de Polímeros 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Operações Unitárias II 2. Oper. Unitárias Experimental 3. Controle Avançado 4. Otimização 5. CFD–<i>Computacional Fluid Dynamics</i> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Síntese e Análise de Processos 2. Análise Energética 3. Estágio Supervisionado

Tabela 3 - Detalhamento da periodização da habilitação de Engenharia Química Industrial

Disciplinas do 7º período (Fundamentais e Experimentais)	Disciplinas do 8º período (Analíticas e Fundamentais)	Disciplinas do 9º período (Tecnológicas)	Disciplinas do 10º período (Desenvolvimento e Estágio)
ENGENHARIA	QUÍMICA	INDUSTRIAL	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Eletroquímica Industrial 2. Tecnologia de Polímeros 3. Enzimologia Industrial 4. Tecnologia Inorgânica Experimental 5. Tecn.ologia Orgânica Experimental 6. Tecnologia Bioquímica Experimental 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Caracterização Tecnológ. Inorgânica 2. Caracterização Tecnológica Orgânica 3. Caracterização Tecnológica Biológica 4. Microrganismos e o Ambiente 5. Catálise 6. Tecnologia de Membranas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tecnologia Cerâmica 2. Tecnologia Petroquímica 3. Tecnologia de Alimentos 4. Siderurgia 5. Metalurgia de Não Ferrosos 6. Engenharia Ambiental 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Estágio supervisionado 2. Desenvol. Processos Inorgânicos 3. Desenvol. Processos Orgânicos 4. Desenvol. Process. Biotecnológicos 5. Tratamento de Águas e Efluentes 6. Tratamento de Resíduos Sólidos

REFERÊNCIAS

ZAKON, A. - A Expansão da Engenharia Química no terceiro milênio visando a geração de processo, o desenvolvimento e otimização de processos e a atuação industrial – **Anais em CD dos VI e VII Encontro de Educação em Engenharia**, Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, Itaipava, RJ, 27 de novembro a 01 de dezembro de 2000 e Petrópolis, RJ, 07 a 13 de novembro de 2001.

ZAKON., A.; SZAJNBERG, M. E , NASCIMENTO, J. L. – A expansão das ciências naturais e das engenharias em 2001 - **Anais do XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**, COBENGE.2001, Porto Alegre, RS, 19 a 22 de setembro de 2001.

ZAKON, A. (Entrevista) – Em busca de inovações na Engenharia Química – **Informativo CRQ.III do Conselho Regional de Química da 3ª Região, Estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo**, Jornalista Responsável: Maria Rachel Oliveira, páginas 20-21, Janeiro-Fevereiro de 2002.

ZAKON, A.; SZAJNBERG, M. e NASCIMENTO, J. L. – Introdução às Ciências Naturais: uma proposta - **Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE.2002**, Piracicaba, SP, setembro de 2002.

GUIGON, J.M.B. – Proposta da disciplina de “Elementos Finitos I” para o Programa de Engenharia Civil da COPPE-UFRJ – comunicação pessoal, março de 2000.

CRC – COMISSÃO DE REFORMA CURRICULAR - Proposta de grades curriculares para os Cursos de Engenharia Química, Química Industrial e Engenharia de Bioprocessos - Escola de Química – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 8 de março de 2002.

AGRADECIMENTOS: Paulo César Strauch, Pedro Antônio Peixoto Vieira e Dílson Rosalvo dos Santos - diretores da Associação dos Ex-Alunos da Escola de Química da UFRJ; Bruno Barbosa Castro, Michele e Flávio Monteiro -Diretório Acadêmico da Escola de Química da UFRJ, e o Prof. Mordka Szanjberg; da UERJ.

Abstract: There are two teaching streams aiming chemical engineering graduation – the alchemic (from Industrial Chemistry approaches) and mechanicism (that enfasizes modeling and simulation strongly based on Mathematics, Physics and Computation). The second group introduced in Brazil, since 1960’s the teaching of Transport Phenomena, Process Analysis, Modeling and Simulation and Computer-Aided Process Design trough graduate courses till undergraduate ones. After gradual replacement of senior professional teachers by fresh M.Sc. and Ph.D.’s, many additional events occurred: (a) the national examination of universities included the separation of Industrial Chemistry and (its “upgrade level”) Chemical Engineering, (b) trials of reduction the time of chemical engineering undergraduate courses, (c) curricular freezing on theoretical teaching instead of laboratory classes, (d) exclusion of Fundamental, Analytical and Technological Chemistry disciplines from the undergraduate curriculum that promotes students evasions. It is proposed a three years curricular stem (that could be adapted to the other engineering courses) – mixing older and recent disciplines revealing efforts for a better students motivation, professional flexibility and new generic diplomas about Computer-Aided Chemical Processes Design and Industrial Chemistry Engineering.

Key-words: Chemical engineering, curricular stem, generic undergraduates courses, computer-aided chemical processes design, industrial chemistry engineering.