



ENSINANDO A RACIOCINAR SOBRE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS NUMA PROVA COM CONSULTA LIVRE EM BIBLIOTECAS

Código 947

Abraham Zakon, zakon@eq.ufrj.br
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola de Química, Centro de Tecnologia
Departamento de Processos Inorgânicos
21.949-900 – Ilha da Cidade Universitária, Rio de Janeiro, RJ

Resumo: *A necessidade de lecionar conceitos, aspectos práticos e ferramentas básicas de “Engenharia de Processos Inorgânicos” gerou um novo tipo de prova individual e nominal com consulta livre em bibliotecas. O prazo para resposta foi 5 dias úteis com multa de 0,1 ponto por dia de atraso. Foi necessário enfrentar a quase-extinção do ensino de Químicas Analíticas e similares na Engenharia Química num currículo de graduação crescente e denso, além da dificuldade dos alunos em usar livros fundamentais. Essa prova substituiu os exercícios de anteprojeto de tecnologias inorgânicas mais extensos, e foi destinada a alunos que cursam 6 a 8 disciplinas em paralelo, e realizam estágios. Ambos representam um novo ambiente cultural, com pouca modelagem matemática – enfocando a introdução ao estudo e desenvolvimento de tecnologias químicas inorgânicas. As questões principais tratam de: objetivos e atuação de um equipamento de operação unitária e um reator químico do mesmo processo industrial (ou diferentes rotas tecnológicas) e da sua limpeza operacional, controles físico e químico, e equivalência laboratorial. A primeira reação dos alunos foi a de buscar respostas prontas, inclusive na Internet. A segunda atitude foi de perplexidade porque, mesmo diante de uma lista de livros entregue individualmente, eles não sabiam consultá-los. O apoio do docente para eliminar dúvidas em sala de aula e nas bibliotecas serviu para motivar os alunos, cujo desempenho foi muito bom. Apresenta-se o modelo original, a discussão dos resultados e uma nova versão contendo algumas questões reescritas. Esse tipo de prova permite avaliar o aprendizado dos alunos quanto aos fundamentos ministrados em diversas disciplinas.*

Palavras-chave: Prova com consulta, engenharia de processos inorgânicos, uso de bibliotecas



1. ORIGENS DA DISCIPLINA “ENGENHARIA DE PROCESSOS INORGÂNICOS”.

Em 1982, iniciou-se no Departamento de Processos Inorgânicos da Escola de Química da UFRJ um processo de inovação no ensino das Tecnologias Inorgânicas, que implementou a partir de 1987 a disciplina “*Introdução à Tecnologia Inorgânica*”, depois transformada em “*Tecnologia Inorgânica I*” - que tem sido lecionada com o enfoque de “*Engenharia de Processos Inorgânicos*” (Zakon, 2001), cuja denominação será adotada a partir de 2004. Durante os últimos anos, após ministrar diversas provas de múltipla escolha de questões e exercícios de anteprojeto de processos inorgânicos industriais em grupo nas turmas de 7º ao 8º período de graduação de engenharia química, o autor resolveu cobrar apenas esses últimos no formato individual. Em 1999, após lecionar em turmas de graduação e pós-graduação, adotou-se um exercício modelo de anteprojeto, em formato de memória de cálculos de engenharia, para orientar os alunos (Zakon e Milfont, 2000).

2. AS CIRCUNSTÂNCIAS GERADORAS DA NOVA PROVA DE CONSULTA LIVRE.

Diversos fatos relativos a ensino e pesquisa na Escola de Química da UFRJ influenciaram o desenvolvimento do novo tipo de prova de consulta livre: 1º - o processo da reforma curricular do ensino de graduação, iniciado em 1999, que admitiu a “Engenharia de Processos Químicos” como “agente de integração curricular” numa grade de 4 (quatro) anos - a qual se manteve em 5 (cinco) anos; 2º - a necessidade de realizar uma avaliação comparativa do que seriam as tradicionais “Engenharias de Processo e Projeto” e a de “Engenharia de Processos Químicos” (Zakon e Pessoa, 2000), 3º - continua ocorrendo a expansão das Ciências e das Engenharias (Zakon, Szanjberg e Nascimento, 2001); 4º - a transformação da Biblioteca Setorial existente em Posto de Serviço de Informações, com a redução do acervo bibliográfico em cerca de 40% e a manutenção de quase 3.500 livros importantes na área dos Processos Inorgânicos (Zakon, Almada e Guedes, 2002). Tal evolução de idéias, fatos e abordagens didáticas incluiu a avaliação das diferenças entre Ciência, Engenharia e Tecnologia (Zakon, Szanjberg e Nascimento, 2001), expressas na Figura 1.

O docente admitira anteriormente que era necessário transmitir aos alunos um senso de pré-responsabilidade profissional e evitar provas sem consulta, baseadas em conceitos e questões de raciocínio prático contidas em listas de exercícios divulgadas previamente. As conseqüências foram: 1ª - o desinteresse progressivo da maioria dos alunos pelas aulas, preocupados com as demais provas das disciplinas de operações unitárias de forte conteúdo matemático, e, 2ª - a entrega dos exercícios de anteprojeto ao final do período, várias vezes com atraso. Um aspecto essencial da execução dos exercícios de anteprojeto era o da facilidade relativa de se encontrar os dados nas enciclopédias e dicionários tecnológicos químicos da Biblioteca da Escola de Química e suas congêneres localizadas no Centro de Tecnologia da UFRJ. Para alguns temas era fácil encontrar dados tecnológicos em escala industrial, mas outros exigiam uma busca em banco de patentes antigas no exterior - o que para alunos de graduação é inadequado, pois um dos objetivos maiores é o de familiarizá-los inicialmente com a literatura técnica disponível. O autor entende que a busca de patentes seria mais adequada em disciplinas posteriores específicas ou de pós-graduação, tendo em vista que a maioria dos alunos da turma está cursando mais de 7 (sete) disciplinas. E nem todos poderiam arcar com os custos de buscas no INPI cobrados para qualquer interessado.

Vários alunos revelaram, também, desconhecer os aparatos e instrumentos laboratoriais típicos das Químicas Analíticas Inorgânicas Qualitativa e Quantitativa. Por outro lado, nem todos haviam cursado as diversas Operações Unitárias e Instrumentação e Controle – pois a disciplina possibilitava que alguns alunos antecipssem sua periodização. Essas dificuldades motivaram a criação de um novo tipo de prova capaz de diminuir o nível de complexidade do exercício de anteprojeto para um patamar inferior de envolvimento tecnológico. Porém, foram mantidos os mesmos objetivos de associar escalas industrial e laboratorial através de equipamentos de operações

unitárias e reatores químicos, todos aplicados a tecnologias de obtenção de produtos químicos inorgânicos comerciais e conhecidos. A Figura 2 apresenta a versão original, que será discutida.

Figura 1 – As relações entre Ciência, Tecnologia e Engenharia

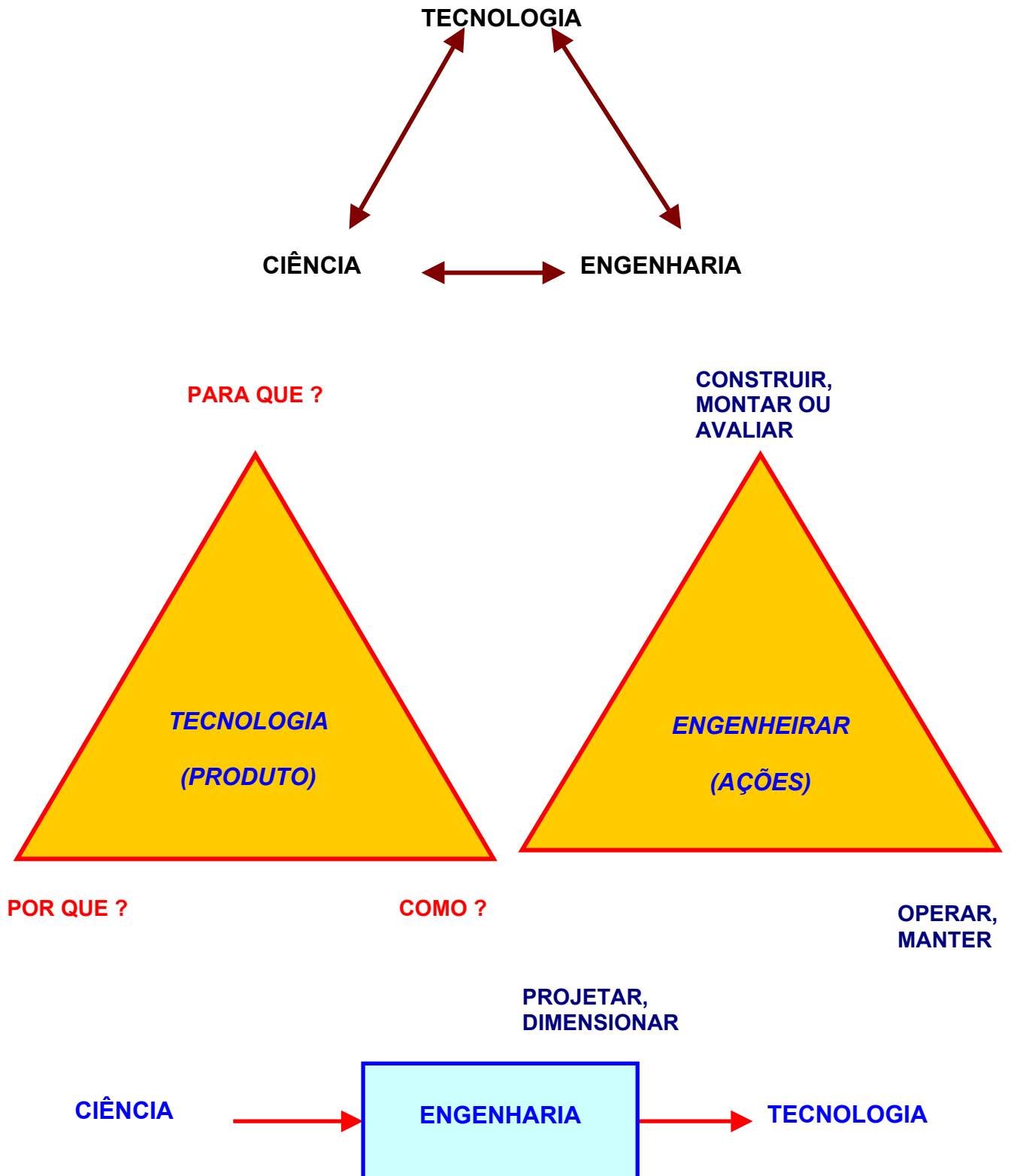




Figura 2 – Versão Original do Modelo Genérico da Prova com Consulta Livre de “Engenharia de Processos Inorgânicos” com os exemplos de equipamentos

EQI-477 TECNOLOGIA INORGÂNICA I - Abril de 2003 - Prof. Abraham Zakon

Departamento de Processos Inorgânicos - Escola de Química da UFRJ

EXERCÍCIOS DE ENGENHARIA DE PROCESSOS INORGÂNICOS COM CONSULTA LIVRE

Recebimento: 29 de abril. Entrega: 8 de maio.

Cada aluno receberá equipamentos diferentes dos exemplos abaixo.

Cada dia de atraso corresponderá a uma multa de 0,1 ponto a menos na nota.

NOME LEGÍVEL DO ALUNO(A) _____

ASSINATURA _____ DRE: _____

Responda as questões seguintes em folha de papel A-4 branco, numerando-as e datando-as, apresentando ao longo do texto as referências bibliográficas resumidas e ao final as completas.

A - QUESTÕES PARA UMA OPERAÇÃO UNITÁRIA APLICADA EM ESCALA INDUSTRIAL.

- 1^a - Para que serve e como atua um filtro industrial de ar atmosférico ?
- 2^a - Qual será a equação escalar de balanço material representativa da sua operação?
- 3^a - Citar dois exemplos de outro processo químico industrial no qual se aplica o equipamento.
- 4^a - Descrever um procedimento de limpeza para o filtro de ar atmosférico.
- 5^a - Como efetuar os controles químico e físico para a filtração do ar atmosférico?

B – QUESTÕES PARA A MESMA OPERAÇÃO UNITÁRIA EM ESCALA LABORATORIAL

- 6^a - Como você montaria um filtro de ar atmosférico em escala laboratorial ?
- 7^o - Descrever um procedimento de limpeza para o aparato laboratorial que você adotaria.
- 8^o - Citar, se possível, um meio (material) filtrante adequado e mais um que seria inconveniente para a operação e/ou o aparato laboratorial que você adotaria.
- 9^o - Citar o nome de um fabricante para o equipamento em escala industrial e o de outro para o de laboratório.
- 10^o - Apresente as referências completas para ambos os casos da operação unitária considerada.

C – QUESTÕES PARA UM REATOR QUÍMICO EM ESCALA INDUSTRIAL

- 11^a - Para que serve e como atua um forno de cerâmica vermelha ?
- 12^a - Quais seriam as matérias-primas ou insumos imprescindíveis à sua operação ?
- 13^a - Qual seria a equação escalar de balanço material representativa da sua operação, considerando a conversão química característica ou predominante do processo ?
- 14^a - Quais seriam os tipos de materiais de construção dos componentes imprescindíveis ao equipamento e como você acomodaria as matérias-primas ou substâncias ou corpo-de-prova a ser processado?
- 15^o - Qual é o principal parâmetro operacional e de projeto do forno exemplificado ?

D – QUESTÕES PARA O MESMO REATOR QUÍMICO EM ESCALA LABORATORIAL

- 16^o - Qual seria o aparato laboratorial correspondente ao reator químico exemplificado e como você acomodaria as matérias-primas ou substâncias ou corpo-de-prova a ser processado?
- 17^o - Em que local e condições laboratoriais você instalaria esse equipamento?
- 18^o - Qual seria a instrumentação de controle operacional mínima que você exigiria ?
- 19^o - Em que componentes poderia ocorrer necessidade de manutenção ocasional ou periódica ?
- 20^o - Apresente as referências completas para ambos os casos do reator químico considerado.

Lembretes:

1^o - “*Quem ouve, esquece. Quem vê, lembra alguma coisa. Quem faz, aprende*” (Platão)

2^o - *Aprenda a usar os livros e demais publicações das bibliotecas da EQ-CT-UFRJ e outras.*



3. RESULTADOS GENÉRICOS DO DESEMPENHO DA PRIMEIRA TURMA.

Os alunos apresentaram algumas tendências de desempenho, agrupadas a seguir:

A – Tamanho de resposta - A maioria apresentou respostas completas para as questões, e, por vezes, longas – revelando sintonia com o espírito da prova e do exercício implícito de “simulação da prática industrial”. O excesso de informações corretas costuma ser bem-vindo. E as respostas muito sucintas tendem a ser insuficientes ou erradas..

B – Clareza da resposta - Muitos apresentaram respostas com ótimo nível de redação e clareza. Entretanto, ocorreram respostas confusas e absurdas, que revelaram suas dificuldades.

C – Perplexidade diante de perguntas simples - Muitos tentaram descobrir algum significado oculto, devido a outras disciplinas que apresentam provas muito difíceis de responder.

D – A busca por respostas prontas - Imediatamente após a distribuição das provas, alguns alunos perguntaram abertamente onde poderiam encontrar as respostas prontas para não perder tempo e foram informados que teriam de consultar os livros das bibliotecas. Alguns buscaram socorro em outros professores do Departamento de Processos Inorgânicos, os quais receberam bem a novidade. Aos poucos foram sendo convencidos a buscar os livros das bibliotecas e gastar um tempo de busca.

E – Consulta a livros e à Internet - A intenção da prova incluía a obtenção de dados pela consulta aos livros clássicos de Shreve e Brink Jr. (1980) sobre *Indústrias de Processos Químicos*, e do *Manual de Engenharia Química 5ª* de Perry e Chilton (1980) e nas enciclopédias tecnológicas químicas disponíveis nas bibliotecas do Centro de Tecnologia da UFRJ. Inicialmente, muitos alunos tentaram obter respostas na Internet, sem saber que, geralmente, os livros impressos são confiáveis, ao passo que os dados extraídos da “web” podem ser temporários, insuficientes ou errados, e muitos textos técnicos não indicam o(s) autor(es).

4. RESPOSTAS MAIS ESPECÍFICAS EM ALGUMAS PERGUNTAS.

Questões 1, 6, 11 e 16 - Operação de equipamentos e estocagem de matérias-primas ou corpos-de-prova - Os alunos tenderam a descrever a atuação dos equipamentos empregando desenhos manuais ou figuras reproduzidas e coladas na folha de resposta, para relatar o que aprenderam e entenderam. No tocante a estocagem nem todos entenderam os aspectos de segurança, e é necessário sugerir nas aulas regulares a consulta aos textos do “Merck Index” e similares sobre as propriedades tóxicas, explosivas e corrosivas das substâncias químicas.

Questões 2 e 13 - Balanço material escalar - Quase a metade da turma de 60 alunos confundiu “balanço material escalar” com “equações estequiométricas” (engano predominante), “equações das cinéticas de reação” e houve, pelo menos, um aluno apresentando “equações de balanço macroscópico” envolvendo integrais e outro apresentando uma equação da expressão das variações de entalpia. Essa constatação revela a necessidade de se lecionar “Estequiometria Industrial”, recentemente intitulada de “Fundamentos da Engenharia Química” na EQ-UFRJ.

Questões 4, 7 e 19 - Limpeza e manutenção de equipamentos e aparatos laboratoriais - De início, os alunos não perceberam o que seriam as possibilidades de limpeza química e mecânica – e pediram apoio a outros docentes para obter respostas. Apenas um aluno encontrou dados razoáveis na Internet por se tratar de equipamento para tratamento de água em estações municipais. Poucos lembraram de buscar dados sobre a solubilidade (e outras propriedades químicas) das substâncias processadas para usar em limpeza dos equipamentos no *Merck Index*, nos “handbooks”, enciclopédias e dicionários técnicos de Química.



Questões 5, 15 e 18 - Controles químico e físico operacional e sua instrumentação – Embora, nas primeiras aulas, fosse mencionada a diferença entre “controle químico” e “controle físico” de um processo industrial, a maioria não conseguiu desenvolver bem as respostas pertinentes. É necessário, por exemplo, ensinar que num aparato laboratorial com temperaturas não muito altas se emprega termômetro, mas num equipamento industrial se utiliza um termopar ou um pirômetro óptico. É importante ensinar que as determinações de tamanho de partículas e da densidade servem para o controle químico do produto - e também constituem parâmetros operacionais indiretos em paralelo, por exemplo, com a velocidade de rotação de um forno rotatório, que constitui uma informação parcial do sistema de controle físico. Os alunos usaram palavras genéricas como “registro” para “dispositivo regulador de escoamento de ar ou exaustão” e, também, para indicar “regulagem da pressão”. E houve associação entre “instrumentação” e “tomada de luz”.

Questões 8 – “Citar, se possível, um meio (material) filtrante adequado e mais um que seria inconveniente para a operação e/ou o aparato laboratorial que você adotaria” – Esta questão ficou muito vaga, pois em algumas operações unitárias não seria necessário um agente material sólido ou fluido para o processamento fabril ou laboratorial. Poderia referir-se ao “ambiente operacional adequado (atmosférico, oxidante, redutor, inerte, úmido, seco)” para a operação unitária considerada em laboratório. Ou então, indagar quais os componentes adequados e inconvenientes para o aparato laboratorial (madeira, vidro, metal, plástico, borracha, papel, cerâmica, compósito).

Questão 9 – Fabricantes de equipamentos industriais e laboratoriais – Convém pedir a indicação de empresas no Brasil visando levar os alunos ao conhecimento do mercado interno.

Questões 10 e 20 - Referências resumidas e completas – Muitos não entenderam o que seriam “referência resumida das respostas” e “referências completas ao final do trabalho”, e ao referenciar uma página internet como fonte de informações, não mencionavam data e horário do acesso. É necessário que os alunos aprendam a referenciar, guardar e divulgar seus dados de forma adequada.

Questão 14 – Materiais de construção dos componentes e acomodação das matérias-primas, substâncias ou corpos-de-prova – Ficou faltando pedir com clareza procedimentos sobre a acomodação dos materiais dentro ou fora do equipamento.

Questão 15 - Qual é o principal parâmetro operacional e de projeto do equipamento exemplificado? – A formulação da questão gerou respostas predominantemente únicas. Vários alunos discerniram as diferenças dos dois tipos mencionados. Por exemplo, num resfriador – as temperaturas dos materiais ou fluidos quente e frio são os principais parâmetros operacionais, mas, no caso de projetos servem ao cálculo da área de transferência de calor, que é um importante “parâmetro de projeto”. Percebeu-se a necessidade de expressar a questão no plural, para destacar e comparar os parâmetros operacionais e os de projeto como entes complementares.

Questão 17 – Reatores e aparatos laboratoriais - Alguns alunos ainda não entendiam que pressões e temperaturas elevadas não devem ser obtidos em laboratório com o emprego de frascos de vidro ou plástico, mas sim numa autoclave constituída de carcaça metálica, dotada de manômetros e válvulas de segurança. E, talvez, devido a pouca vivência laboratorial, nem todos entendiam a importância de uma capela para processos emissores de gases. Ainda no contexto de gases, desconheciam o que era um “frasco lavador de gases” e a importância de apresentar os parâmetros operacionais e de projeto expressos em termos de temperatura, pressão e volume. Convém lembrar a eles a clássica Equação de Estado dos Gases Ideais ($P.V = n.R.T$), que estabelece o vínculo entre as três variáveis mencionadas.



5. AS QUESTÕES REFORMULADAS

EQI-477 TECNOLOGIA INORGÂNICA I - Abril de 2003 - Prof. Abraham Zakon
Departamento de Processos Inorgânicos - Escola de Química da UFRJ

EXERCÍCIOS DE ENGENHARIA DE PROCESSOS INORGÂNICOS COM CONSULTA LIVRE

Novo Modelo Genérico – Recebimento: 10 de abril. Entrega: 24 de abril.

Cada aluno receberá equipamentos diferentes dos exemplos abaixo.

Cada dia de atraso corresponderá a uma multa de 0,1 ponto a menos na nota.

NOME LEGÍVEL DO ALUNO(A) _____

ASSINATURA _____ DRE: _____

Responda as questões seguintes em folha de papel A-4 branco, numerando-as e datando-as, apresentando ao longo do texto as referências bibliográficas resumidas e ao final as completas.

A - QUESTÕES PARA UMA OPERAÇÃO UNITÁRIA APLICADA EM ESCALA INDUSTRIAL.

- 1ª - Para que serve e como atua um filtro industrial de ar atmosférico ?
- 2ª - Qual será a equação escalar de balanço material representativa da sua operação?
- 3ª - Citar dois outros exemplos de outro processo químico industrial no qual se aplica o equipamento.
- 4ª - Descrever um procedimento de limpeza e seus agentes químicos e mecânicos para o equipamento acima.
- 5ª - Como efetuar os controles químico e físico para o equipamento acima?

B – QUESTÕES PARA A MESMA OPERAÇÃO UNITÁRIA EM ESCALA LABORATORIAL

- 6ª - Como você montaria um filtro de ar atmosférico em escala laboratorial ?
- 7ª - Descrever um procedimento de limpeza e seus agentes químicos e mecânicos para o aparato laboratorial.
- 8ª - Qual seria o ambiente operacional adequado (atmosférico, oxidante, redutor, inerte, úmido, seco) e quais os componentes adequados e inconvenientes para o aparato laboratorial (madeira, vidro, metal, plástico, borracha, papel, cerâmica, compósito). para a operação e/ou o aparato laboratorial que você adotaria?
- 9ª - Citar o nome de um fabricante no Brasil para o equipamento industrial e o de outro para laboratório.
- 10ª - Apresente as referências completas para ambos os casos da operação unitária considerada.

C – QUESTÕES PARA UM REATOR QUÍMICO EM ESCALA INDUSTRIAL

- 11ª - Para que serve e como atua um forno de cerâmica vermelha ?
- 12ª - Quais seriam as matérias-primas ou insumos imprescindíveis à sua operação ?
- 13ª - Qual seria a equação escalar de balanço material representativa da sua operação, considerando a conversão química característica ou predominante do processo ?
- 14ª - Quais seriam os tipos de materiais de construção dos componentes imprescindíveis ao equipamento e como você acomodaria as matérias-primas ou substâncias ou corpo-de-prova a ser processado?
- 15ª - Quais os principais parâmetros operacionais e de projeto do reator exemplificado ?

D – QUESTÕES PARA O MESMO REATOR QUÍMICO EM ESCALA LABORATORIAL

- 16ª - Qual seria o aparato laboratorial correspondente ao reator químico exemplificado acima, e como e onde você acomodaria as matérias-primas ou substâncias ou corpo-de-prova antes e durante o processamento?
- 17ª - Em que local e condições laboratoriais você instalaria esse equipamento?
- 18ª - Qual seria a instrumentação de controle operacional mínima que você adotaria ?
- 19ª - Em que componentes poderia ocorrer necessidade de manutenção ocasional ou periódica ?
- 20ª - Apresente as referências completas para ambos os casos do reator químico considerado.

Lembretes:

- 1º - *“Quem ouve, esquece. Quem vê, lembra alguma coisa. Quem faz, aprende” (Platão)*
- 2º - *Aprenda a usar os livros e demais publicações das bibliotecas da EQ-CT-UFRJ e outras.*



6. CONSTATAÇÕES FINAS E CONCLUSÕES:

1ª - A maioria da turma entregou seus resultados em torno dos 10 dias úteis a partir do recebimento das questões, pois a entrega pelo docente ocorreu na primeira semana de provas. O prazo inicial foi ampliado de 5 para 10 dias úteis para não prejudicar a turma, e será mantido nas próximas turmas, prevendo-se a entrega das questões aos alunos para a primeira quinzena do segundo mês de aulas.

2ª - A maioria dos alunos (75%) da turma obteve nota igual ou acima de 8,0 (oito). Cerca de 15% dos alunos situaram-se entre 7,0 e 7,9 revelando a motivação com a prova no estilo “aprenda fazendo”. Concluiu-se que a nova prova com consulta livre permitiu: (a) avaliar a bagagem conceitual e a postura dos alunos defronte a questões ou desafios de caráter prático; (b) esclarecer e orientar a cada um sobre as respostas certas, (c) a importância de disciplinas enfocando questões de “estequiometria industrial” ou “Fundamentos de Engenharia Química”

3ª – Revelou-se a importância dos alunos complementarem seus estudos teóricos e laboratoriais em atividades e trabalhos de bibliotecas voltados para a prática operacional e de projeto da Engenharia. Também se confirmou que a Internet não provê respostas para tudo que se pode indagar ou buscar.

4ª – Os conceitos e comportamentos fundamentais e operacionais nos equipamentos de operações unitárias e reatores químicos, envolvendo sólidos, líquidos e gases, devem ser apresentados no maior número de disciplinas da grade curricular, para evitar que os alunos perpetuem noções erradas. Sugere-se que os docentes de Processos Orgânicos Industriais, Processos Biotecnológicos e Cinética e Cálculo de Reatores ministrem exercícios similares ou complementares para reforçar vários aspectos enfocados para consolidar a formação dos engenheiros químicos.

Agradecimento: Paulette Galski.

REFERÊNCIAS

PERRY, R.H. e CHILTON, C.H. - *Manual de Engenharia Química, 5ª Edição* - Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1980.

SAX, N.I - *Handbook of Dangerous Materials* - Reinhold Publishing Corporation, New York, 1951.

SHREVE, R.N. e BRINK Jr., J.A. - *Indústrias de Processos Químicos - 4ª Edição*, Tradução de Horácio Macedo, Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1980.

WEYNE, G.R.S - *Produtos Químicos Agressivos, 2ª Edição* - Livraria Nobel S.A. Editora - Distribuidora, São Paulo, 1982.

WINDHOLZ, M.; BUDAVARI, S. BLUMETTI, R.F.; OTTERBEIN, E.S – *The Merck Index – An Enciclopedia of Chemicals, Drugs and Biologicals, Tenth Edition* – Merck & Co, Inc. Rahway, N.J., U.S.A., 1983.

ZAKON, A. - *As bases da Engenharia de Processos Inorgânicos no Curso de Engenharia Química* - VI 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 01 de dezembro de 2000. Anais em CD dos VI e VII Encontro de Educação em Engenharia, novembro de 2001

ZAKON, A.; MILFONT, Jr; W. N. - *O Ensino de Anteprojetos de Tecnologias Inorgânicas na Graduação e Pós-Graduação de Engenharia Química Parte I – Processo em Escala Industrial* - XXXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, COBENGE 2000, Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, MG, 29 de out. a 01 novembro de 2000. Anais em CD do XXXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, out. – nov. 2000, p. 114

ZAKON, A.; MILFONT, Jr; W.N. - *O Ensino de Anteprojetos de Tecnologias Inorgânicas na Graduação e Pós-Graduação de Engenharia Química Parte II – Processo em Escala Laboratorial* - XXXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, COBENGE 2000, Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, MG, 29 de out. a 01 novembro de 2000. Anais em CD do XXXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, out.-nov 2000, p. 115

ZAKON, A.; PESSOA, F.L.P. - *As Engenharias de Processo, Projeto e Processos Químicos Industriais* - XXXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, COBENGE 2000, Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, MG, 29 de out. a 01 novembro de 2000. Anais em CD do XXXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia out-nov 2000, p. 142

ZAKON, A.; SZAJNBERG, M.; NASCIMENTO, J.L. - *A Expansão das Ciências Naturais e das Engenharias em 2001* - XXIX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, COBENGE 2001, Centro de Eventos da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, set. 2001. PA, Anais em CD do COBENGE.2001, ABENGE, 19-22 de setembro de 2001.

ZAKON, A.; ALMADA, M.; GUEDES, V.L.S. – A Biblioteca Setorial como extensão da sala de aula e a importância dos Postos de Serviços de Informação para educar estudantes de Engenharia na UFRJ - VIII Encontro de Educação em Engenharia, Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, Escola Politécnica da Universidade, Federal do Rio de Janeiro e Escola de Engenharia da Universidade Federal Fluminense, Petrópolis, RJ, 18 a 22 de novembro de 2002. Anais em CD do VIII Encontro de Educação em Engenharia, nov. 2002.

TEACHING MATERIALS AND EQUIPMENT REASONING THROUGH A FREE CONSULT TEST IN LIBRARIES

***Abstract:** The need of teach concepts, practical approaches and basic tools of “Inorganic Processes Engineering” induced the creation of a new individual free consult test in libraries, including 5 work days for its solution and a fine of 0,1 points per delay day. The dense and growing undergraduate curriculum of chemical engineering is deficient in Analytical Chemistry and similar disciplines and the students are not used to read fundamental books. The substitution of a former inorganic technology rough project exercises was oriented to students charged with 6 to 8 disciplines per semester and also a probation period in industry. Old and new tests means a new cultural ambient without mathematical modeling and simulation, but including the study and development of inorganic chemical technologies. The main questions are: purposes and functioning of unit operations equipments and chemical reactors of a industrial process (or different routes), their cleaning procedures, physical and chemical control and the correspondence with laboratory*



models. The immediate student's reaction was look for ready answers, including web searches. Another reaction was "anxiety" facing the broad amount of technical books, because they were not used to consult them. Teacher's counseling and orientation out of classroom gave the students an additional motivation, resulting in a very good performance. The original model of questions and its generic results are discussed. It is given an upgraded version for the questions. This free consult test also allows one to evaluate the student's learning of the fundamentals of chemical engineering from former and parallel disciplines.

Key-words: *Free consult test, inorganic processes engineering, libraries utilization.*