



## APRESENTAÇÃO DE CONCEITOS DE ENGENHARIA PARA OPERADORES DA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO

**Fátima Maria Zanon Zotin** – fzotin@uerj.br

**André Luiz Hemerly Costa**

**Marco Antonio Gaya de Figueiredo**

**Jorge Navaes Caldas**

**Cristina Russi Furtado**

Instituto de Química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Rua São Francisco Xavier, 524, Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha  
Maracanã, Rio de Janeiro, RJ

**Bruno Zeemann do Pinho** – bzipinho@cenpes.petrobras.com.br

**Vinícius Velho da Silva**

Centro de Pesquisas da Petrobras, CENPES  
Ilha do Fundão, Quadra 7

**Resumo:** *Com o constante aperfeiçoamento tecnológico, há uma necessidade crescente das organizações promoverem a qualificação e reciclagem dos seus profissionais. Esta demanda se estende ao longo de todos os níveis hierárquicos, com envolvimento de funcionários com diferentes perfis e graus de especialização. Neste cenário, o Instituto de Química da UERJ implantou um curso de capacitação profissional para operadores da indústria de petróleo e gás. O curso busca transmitir a estes profissionais conceitos básicos de engenharia, permitindo assim uma maior compreensão da natureza dos fenômenos que se desenvolvem nos processos industriais sob sua responsabilidade. Um perfil típico do aluno deste curso corresponde a um profissional de nível médio com bastante experiência na sua área de trabalho, mas já afastado um longo período de atividades escolares convencionais. Em função destas particularidades, vários desafios didáticos surgiram na apresentação de conceitos envolvendo diversas áreas da engenharia química, como fundamentos de mecânica dos fluidos, transferência de calor, transferência de massa, operações unitárias, etc. O objetivo deste trabalho é expor a experiência dos autores na abordagem dos desafios didáticos apresentados e as propostas implementadas para alcançar as metas pedagógicas estabelecidas.*

**Palavras-chave:** *Ensino, Indústria do petróleo, operadores, fundamentos da engenharia.*



## **1. INTRODUÇÃO**

A busca de uma maior capacitação dos recursos humanos das empresas é um fenômeno que tem sido observado já há alguns anos e que vem ganhando cada vez mais espaço. No entanto, este processo envolve uma série de obstáculos, uma vez que nem sempre é encarado de forma positiva pelos funcionários, em função de vários aspectos. Um deles seria o distanciamento por um período muito longo de um processo de aprendizado, tornando-os refratários a novas experiências acadêmicas. Outro fato seria a retirada dos funcionários de sua rotina e de seu local de trabalho, gerando desconforto e descontentamento. Outro aspecto seria a dificuldade na aceitação de uma associação do desempenho individual de cada participante a um processo de avaliação atrelado a uma promoção pessoal, o que, em muitos casos é comum. Além desses, pode-se citar a falta de homogeneidade das turmas em termos de idade, formação técnica, tempo de empresa e perspectivas profissionais. Todos estes fatos tornam o desenvolvimento de um processo de educação continuada realmente eficaz uma tarefa sensível.

Neste sentido, o Instituto de Química da Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, envolveu-se em um projeto pioneiro com o Centro de Pesquisas da PETROBRAS - CENPES. Neste projeto, o CENPES arcou com a montagem do Laboratório Didático de Engenharia Química no Instituto de Química da UERJ, com ênfase às áreas de fenômenos de transporte e operações unitárias e a UERJ, como contrapartida, assumiu o compromisso de ministrar cursos para os operadores do CENPES, nos experimentos adquiridos.

O plano do curso é promover junto aos operadores uma maior compreensão dos fenômenos físicos que ocorrem nas operações industriais sob sua responsabilidade. Desta forma, busca-se complementar a experiência diária do profissional, composta fundamentalmente de observações empíricas diretas, com conceitos fundamentais de engenharia. Ao término do curso, o principal objetivo é garantir que cada operador adquira uma visão mais ampla do seu trabalho, possibilitando assim uma maior precisão e autonomia em suas ações.

Como é possível observar nesta proposta, os obstáculos anteriormente citados, comuns a todo curso de educação continuada, são ainda reforçados com um desafio didático fundamental: como ensinar conceitos de engenharia para profissionais de nível médio, alguns com intervalos de mais de 20 anos de sua última experiência acadêmica?

Neste contexto, este trabalho relata a experiência do grupo de professores do IQ/UERJ na elaboração e implementação do curso “Capacitação Profissional em Fundamentos e Aplicações da Engenharia Química” e como foram formuladas respostas para este desafio didático.

## **2. DESCRIÇÃO DO CURSO**

O curso desenvolvido para os operadores do CENPES-PETROBRAS foi cadastrado na Sub-Reitoria de Extensão e Cultura – SR3 da UERJ, sob o título “Capacitação Profissional em Fundamentos e Aplicações da Engenharia Química”, com duração de dois anos. Fimido esse período o aluno que cursou as quatro etapas do curso e alcançou um grau de avaliação aceitável ou superior, receberá um diploma de conclusão, emitido pela UERJ.

Com relação à dinâmica do curso, ficou estabelecido que cada experimento ou conjunto de experimentos de mesmos objetivos, são tratados no período de 8 h, ministrados em um dia de curso, manhã e tarde. Em função do público alvo envolver profissionais de nível médio e preocupados com a didática, optou-se por preparar tópicos onde, na parte da manhã, introduzem-se os conceitos teóricos de forma básica, associando a teoria a exemplos práticos do dia a dia desses operadores. No período vespertino aborda-se a parte prática dos tópicos e

uma das etapas de avaliação realizada através de um estudo dirigido sobre o assunto. De forma a atrair o interesse desses alunos e visando facilitar o aprendizado, o grupo de professores responsável pelo curso participa de visitas ao local de trabalho desses operadores identificando os fenômenos que fazem parte do cotidiano desses profissionais de forma a inseri-los no contexto dos assuntos abordados. São fornecidas apostilas sobre cada tópico abordado, as quais incluem os conceitos básicos introduzidos, o detalhamento da parte experimental e o estudo dirigido sobre o assunto.

A avaliação em cada módulo foi definida pelo grupo de docentes envolvidos, sendo idêntica para todos os módulos. Uma etapa básica é a avaliação do conhecimento adquirido através de preenchimento de um estudo dirigido sobre o assunto abordado. Nesse processo, também são contempladas a assiduidade, a pontualidade, a motivação, a eficiência, a responsabilidade e a inovação. A avaliação das aprendizagens nas diferentes unidades de formação é contínua, com todas as atividades sendo objeto de avaliação. Esta avaliação visa contribuir para o desenvolvimento de competências profissionais, gerais e específicas, fomentando o trabalho em equipe, estimulando as capacidades de síntese e comunicação. Finalmente, só são admissíveis, para efeitos de avaliação, faltas até o limite de 10% do tempo total do curso.

É importante salientar que também existe uma avaliação dos professores e dos cursos por parte dos alunos, englobando itens como qualidade técnica da apostila e da aula teórica ministrada, participação do professor na aula prática, avaliação dos experimentos e do tratamento dos dados obtidos, tempo para a realização do estudo dirigido e comentários relativo às técnicas abordadas e sua aplicabilidade no trabalho.

As atividades experimentais são realizadas no Laboratório de Engenharia Química da UERJ, montado em uma área de 80 m<sup>2</sup> e dispondo de um total de 21 módulos de experimentos associados às áreas de Fenômenos de Transporte e Operações Unitárias. Estes módulos foram projetados por professores do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de São Carlos e adquiridos pela PETROBRAS no âmbito do convênio.

Maiores informações sobre a estrutura e funcionamento do curso podem ser encontradas em ZOTIN et al. (2003). De forma complementar à referência citada, o presente trabalho se concentrará nos aspectos didáticos da proposta.

### **3. DESAFIOS DIDÁTICOS: DIFICULDADES ENCONTRADAS E SOLUÇÕES PROPOSTAS**

A metodologia didática empregada para apresentar os diversos conceitos de engenharia do curso para os operadores é apresentada nesta seção. Com este objetivo, foram selecionados alguns módulos representativos que serão discutidos de forma detalhada, incluindo a experiência prática dos docentes com as dificuldades e potencialidades deste grupo de alunos de características tão peculiares.

#### **3.1. Introdução à transferência de calor**

Esse módulo foi, de todos, o menos problemático uma vez que abordou conceitos gerais de transferência de calor, assunto naturalmente inserido no dia a dia de profissionais operadores de plantas piloto.

A aula teórica abordou vários tópicos, iniciando com uma introdução sobre temperatura, as principais escalas, sensores utilizados na medição da mesma e princípios de funcionamento, com destaque para termômetros bimetalicos, de radiação infravermelha, termopares e termômetros a fibra ótica. No caso específico de termopares, houve uma ampla discussão sobre os principais tipos e a faixa de utilização mais adequada. Em todos os casos

salientavam-se vantagens e desvantagens existentes e os alunos participavam opinando sobre as experiências adquiridas com os vários tipos de sensores analisados.

A teoria avançou através da introdução de alguns conceitos termodinâmicos como calor, energia interna e trabalho, enfatizando-se que o fenômeno espontâneo de transferência de calor se dá de uma região de maior temperatura para uma região de menor temperatura. Casos como o funcionamento de uma geladeira foram analisados, concluindo-se sobre a necessidade de realização de um trabalho para inverter a ordem natural do processo, ou seja, transferir calor de uma região fria para uma quente.

Prosseguiu-se com o embasamento teórico relacionado à transferência de calor propriamente dita, apresentando-se os mecanismos de condução, convecção e radiação e algumas aplicações dos mesmos como em isolamento térmico e em aquecedores solares.

Na parte prática, os alunos interagiram com sete experimentos. Trabalhou-se inicialmente o conceito de temperatura no experimento onde, concomitantemente, as mãos eram submetidas a temperaturas bem diferentes (0 °C e 50 °C). A posterior colocação simultânea das mesmas em água (25 °C) gerava sensações antagônicas em cada uma das mãos e levava a concluir que o tato não era um bom medidor de temperatura.

O fenômeno da condução foi abordado em dois experimentos. No primeiro, analisava-se a temperatura de duas barras de materiais distintos, no caso, ferro e isopor. A sensação que se tem é de que a de ferro é a mais fria, porém ambas estão à temperatura ambiente e a explicação está na maior condutividade térmica dos metais. Em outro experimento, três barras idênticas de metais diferentes, ferro, alumínio e aço inoxidável, eram submetidas a uma fonte quente e acompanhava-se a evolução da frente de calor se propagar, associando esses resultados também à condutividade térmica de cada metal analisado.

Em um dos experimentos de convecção, um sistema composto de água e serragem, foi aquecido da temperatura ambiente até a ebulição. Isso permitiu o acompanhamento das correntes convectivas e a evolução das mesmas com a elevação da temperatura. No outro experimento tratou-se da convecção em fase gasosa, onde correntes de ar quente (ascendentes) e ar frio (descendentes) geradas pela presença de um divisor de fluxo, eram visualizadas usando fumaça. O bloqueio de um dos fluxos ou a remoção do divisor promovia a extinção da chama da vela que gerava o processo convectivo.

O experimento de radiação consistiu no uso de um termoscópio com os bulbos pintados de preto e branco, ambos opacos, submetidos ao aquecimento proporcionado por uma lâmpada de 200 W colocada equidistante dos bulbos. Através do deslocamento de colunas de água acopladas a cada bulbo foi observado um maior aquecimento do bulbo preto em detrimento ao branco. O experimento foi repetido cobrindo-se os bulbos com papel alumínio e discutindo-se a influência da superfície do corpo no mecanismo de radiação.

Finalmente, usou-se um sistema que abordava preferencialmente dois dos transportes estudados, a condução e a convecção, e consistiu no acompanhamento do resfriamento de uma esfera metálica com o tempo, numa primeira etapa em meio estático (ar parado), e na segunda etapa, sob fluxo de ar (ventilador direcionado para a esfera). A influência da convecção foi discutida nesse sistema e em sua atuação no desempenho de trocadores de calor.

Além desses experimentos, os alunos entraram em contato com uma variedade de materiais isolantes comerciais, de formas, condutividade térmica, durabilidade e preços distintos e puderam analisar suas aplicações e a forma de selecioná-los.

O tratamento dos dados foi simples e bem aceito pelos alunos. Além de permitir uma revisão dos fenômenos envolvidos na transferência de calor, foi possível realizar associações com os fenômenos observados nos principais equipamentos de troca térmica de uso cotidiano em plantas e laboratórios da indústria química, como trocadores de calor, reatores encamisados, fornos e isolantes.

### 3.2. Escoamento de fluidos: carga hidráulica e perda de carga

Este módulo buscou transmitir aos alunos alguns conceitos básicos de mecânica dos fluidos diretamente aplicáveis a sua rotina de trabalho, onde o transporte de líquidos e gases através de tubulações é uma atividade freqüente. São apresentados abaixo a metodologia e o propósito didático de cada item da aula teórica.

**Introdução.** Corresponde à apresentação de vários serviços de transporte de fluidos executados através de dutos: distribuição de água potável em um centro urbano, transmissão de gás natural através de gasodutos por longas distâncias, transporte de derivados de petróleo por polidutos, etc. O objetivo desta discussão foi situar a importância do tema, mostrando ao aluno vários sistemas relevantes de transporte de fluidos através de dutos.

**Conceitos e Definições.** Neste tópico, os termos e conceitos básicos associados que são mencionados ao longo do curso foram apresentados e discutidos: fluido, massa específica, viscosidade, pressão, vazão e velocidade. Esta discussão foi realizada sempre incentivando o aluno a relacionar estes conceitos à realidade do seu trabalho.

**Regimes de Escoamento.** Os conceitos de regime laminar e turbulento foram apresentados, onde para facilitar o entendimento, foi realizada uma analogia do tipo laminar = ordem e turbulento = desordem. Estes padrões foram também ilustrados através da comparação do movimento de um fluido com o movimento de grupos de pessoas em um corredor. O número de Reynolds foi apresentado apenas como um critério que identifica o regime de escoamento.

**Balço de Energia no Escoamento de um Fluido.** Este tópico foi discutido passo a passo. Inicialmente, caracterizou-se o que é energia e que esta pode se apresentar em diferentes formas: química, elétrica, nuclear, etc., logo identificando as formas de energia relevantes para o estudo do escoamento de fluidos. Apresentou-se o conceito que energia não pode ser criada ou destruída, acompanhando exemplos ilustrativos: uma usina hidrelétrica não cria energia, apenas transforma a energia potencial gravitacional da água em energia elétrica. O conceito de balanço de energia foi apresentado utilizando-se como analogia o balanço em uma conta bancária. Neste caso, através de uma série de perguntas, incentivou-se o aluno a descobrir por si só que a energia mecânica associada ao fluido que entra na tubulação não é equivalente à energia mecânica associada ao fluido que sai da tubulação, identificando-se como consequência o conceito de atrito. Este tópico termina apresentando-se ao aluno a expressão da equação de balanço de energia mecânica ao longo de uma tubulação.

**Perda de Carga em Dutos.** As expressões das equações de perda de carga localizada e distribuída foram apresentadas, acompanhadas do Diagrama de Moody. O conceito de rugosidade foi discutido em sala de aula, com os alunos apresentando a sua experiência em como esta afeta o movimento de um fluido, relacionando a operação de uma linha nova e a operação de uma linha mais antiga.

**Discussão Final.** Foi realizado um debate sobre a equação de conservação da energia mecânica. Com o auxílio da equação, foram colocados vários “desafios” para os alunos, pedindo que estes indiquem o que ocorrerá com um sistema de escoamento, quando a pressão na entrada aumentar, quando o comprimento da linha diminuir, quando o diâmetro se reduzir, etc.

A aula prática envolve o Experimento de Reynolds e um experimento para cálculo do fator de atrito.

O Experimento de Reynolds é bastante simples e visual permitindo ao aluno consolidar as definições dos dois regimes de escoamento e quando eles ocorrem.

O experimento para cálculo do fator de atrito é composto por duas tubulações de diferentes diâmetros dotadas de manômetros. Originalmente, o objetivo do experimento é,



através de medidas de queda de pressão e vazão, estimar o fator de atrito. No entanto, devido ao grande número de cálculos e conversões de unidades envolvidas e, em função das particularidades do público-alvo, o objetivo deste experimento foi redefinido. Foi solicitado aos alunos apenas que realizassem um gráfico da queda de pressão em relação à vazão através de pontos experimentais. A partir destas curvas os alunos podiam discutir os conceitos da aula teórica, identificando e justificando os comportamentos das curvas.

### **3.3. escoamento de fluidos: deslocamento de líquidos**

Este tópico buscou dar uma visão global ao aluno dos diversos tipos de bombas existentes, o princípio de funcionamento de cada uma delas e suas aplicações mais adequadas, enfatizando suas limitações.

Tomando como base o fato do corpo discente ser composto por pessoal técnico cuja área de atuação profissional está diretamente ligada à utilização de bombas tentou-se, dentro do possível, ajustar-se a disciplina à realidade operacional dos alunos. Desta forma efetuou-se uma identificação das principais bombas utilizadas nas unidades piloto destacando-se aspectos positivos e negativos de cada um destes equipamentos.

A apresentação permaneceu dentro da ótica de envolver os alunos na disciplina, tomando como ponto de partida as principais características físico-químicas dos fluidos por eles utilizados. Efetuou-se a abordagem do dimensionamento das tubulações através da aplicação da equação de Bernoulli, das principais características das bombas (potência, eficiência, etc.), das vantagens e desvantagens de cada tipo, da sistemática do cálculo e elaboração de uma especificação.

Considerando que a área de atuação dos alunos estava associada à movimentação de fluidos em pequenas capacidades, por se tratar de técnicos da área de pesquisa e desenvolvimento, foi dada ênfase aos principais problemas existentes com tubulações de pequeno diâmetro tais como, entupimentos, existência de pontos quentes em linhas aquecidas eletricamente, perda de calor, etc. resultantes da alteração de propriedades físico-químicas e conseqüente mudança na fluidez dos produtos.

Os experimentos consistiram no levantamento da curva característica de uma bomba centrífuga e estudos relacionados a bombas em série e em paralelo.

O primeiro experimento foi realizado em sistema dotado de uma bomba centrífuga e linhas com diâmetros diferentes. A experiência é realizada em duas etapas, na primeira, por alteração na abertura da válvula existente na descarga da bomba efetua-se a leitura das pressões de sucção e descarga e determina-se a curva da bomba. Na segunda etapa, efetuando-se alterações de alinhamento, mostra-se a influência da perda de carga na vazão de descarga da bomba.

No segundo experimento, realizado em sistema dotado de quatro bombas centrífugas com interligação entre elas, efetua-se a associação das bombas, inicialmente colocando-as em série e efetuando-se o levantamento da curva do sistema, da mesma forma como no experimento anterior. Em seguida efetua-se a associação em paralelo e levanta-se a curva do sistema.

A partir dos resultados observados nos experimentos efetuou-se uma discussão balizada em casos práticos.

### **3.4. Comportamento reológico de fluidos**

Este módulo, como todos os outros, foi estruturado de maneira tal que pudesse atingir a todos os participantes, com a mesma profundidade, devido a grande heterogeneidade de formação dos componentes das turmas.

Na parte teórica foram discutidos alguns conceitos importantes como viscosidade de líquidos e viscosidade de gases. Também foi analisada a influência da temperatura nesse sistema. Foram definidos os conceitos de fluido newtoniano e fluido não-newtonianos e, nesse último caso, discutiram-se as características de fluidos cuja viscosidade depende da tensão aplicada, como os fluidos de Bingham, os fluidos pseudoplásticos e os dilatantes. Também foi discutido o grupo de fluidos cuja viscosidade depende do tempo de aplicação do esforço, mais especificamente os fluidos tixotrópicos e os reopéticos. Finalizou-se a aula teórica com uma ampla discussão sobre os principais métodos de medida de viscosidade, analisando suas faixas de utilização, suas limitações, vantagens e desvantagens.

Na parte experimental, inicialmente os alunos entraram em contato com alguns fluidos não-newtonianos, mas de uso cotidiano como pasta de dente e maionese. Os alunos analisaram cada um deles e indicaram o tipo de fluido, de acordo com o apresentado na aula teórica. A pasta de dente é um exemplo típico de fluido de Bingham e, portanto, necessita de uma tensão inicial mínima para poder escoar, ou seja, explica a necessidade de se exercer uma força quando se usa um tubo de pasta. A maionese é um fluido pseudoplástico e, assim, quando se aumenta a tensão aplicada, a viscosidade diminui. É isso o que se observa quando se esparrama maionese no pão.

Os alunos também trabalharam na determinação da viscosidade cinemática e dinâmica de fluidos de soluções poliméricas usando-se o viscosímetro de Ubbelohde em meio termostatizado.

Este módulo também sofreu críticas iniciais, não pela dificuldade relativa à prática, mas pela longa duração da mesma bem como pelo fato de ter sido usado como exemplo soluções poliméricas. A solução foi realizar o experimento em uma única temperatura, além de se optar por trabalhar com amostras de solvente e de óleo.

### **3.5. Conceitos básicos sobre transporte de massa**

A transferência de massa está intimamente ligada aos processos de separação e os processos de separação entre fases são largamente empregados na indústria química e em especial no refino de petróleo. Neste módulo são vistos os conceitos básicos de transferência de massa, que são aplicáveis indiretamente às rotinas de trabalho, em especial nas unidades piloto de destilação de petróleo.

Na aula teórica são discutidos inicialmente os mecanismos que regem a transferência de massa molecular. Posteriormente, são apresentados os mecanismos da transferência de massa turbulenta entre fases. O objetivo desta discussão é situar a importância do tema, mostrando ao aluno vários sistemas relevantes do transporte de massa entre fases parcialmente imiscíveis. No próximo tópico, os termos e conceitos básicos associados, que serão mencionados ao longo do curso são apresentados e discutidos: a lei de Fick que define o coeficiente de difusão e a definição do coeficiente de transferência de massa individual da fase gasosa. Esta discussão é realizada sempre incentivando o aluno a relacionar estes conceitos à realidade do seu trabalho. A aula teórica termina com um debate sobre os procedimentos experimentais.

A aula prática envolve a determinação do coeficiente de difusão ou difusividade do éter no ar e um experimento para cálculo do coeficiente de transferência de massa individual da água na fase gasosa.

O experimento que leva a determinação do coeficiente de difusão é bastante simples e visual permitindo ao aluno perceber que ele consegue medir e reproduzir com simplicidade o valor publicado nas tabelas de propriedades dos manuais de engenharia química.

O experimento para cálculo do coeficiente de transferência de massa individual da água na fase gasosa é composto por duas tubulações de diâmetros idênticos dotados de um

manômetro e dois termômetros, um de bulbo úmido e outro de bulbo seco, para medir a queda de pressão e a umidade relativa do ar que atravessa o sistema respectivamente. O objetivo do experimento é, através de medidas de queda de pressão, vazão, umidade relativa e a queda do nível de água evaporada, estimar o coeficiente individual de transferência de massa. O grande número de cálculos envolvidos ficou transparente para os participantes através do emprego de uma planilha de cálculo por computador. O programa tinha como resposta diversas características do experimento e também um gráfico da relação entre o nível de água vaporizada na tubulação e as diferentes vazões através de pontos experimentais. A partir destas curvas os alunos podiam discutir os conceitos da aula teórica, identificando e justificando os comportamentos das curvas.

#### 4. CONCLUSÕES

A realização de um curso de capacitação em fundamentos de Engenharia Química para os operadores do CENPES – PETROBRAS mostrou que o sucesso do mesmo está atrelado a um conjunto de fatores que, a princípio não estavam claros.

A experiência convencional dos professores em ministrar cursos de graduação em Engenharia Química mostra a importância da motivação das turmas através da associação dos conceitos básicos, muito necessários para a formação de um bom engenheiro, aos objetivos fins da engenharia. Esse aspecto, associado a uma boa didática e a uma infra-estrutura adequada, resulta na satisfação dos alunos e no alcance das metas de aprendizagem por parte dos professores.

A nova experiência, agora voltada exclusivamente para profissionais com curso técnico e operadores de plantas piloto do CENPES mostrou que o alcance da satisfação desses alunos e das metas de aprendizagem inicialmente estabelecidas depende de outros fatores que os básicos normalmente enfrentados pelos professores em seus cursos de graduação.

O aluno operador, em média, apresenta um entorno diferente do aluno tradicional. Seus objetivos, muitas vezes podem não envolver uma etapa de aprendizado. Sua experiência prática lhe dá a segurança necessária para desenvolver seu trabalho com competência, o que, a princípio, lhe basta. Nesse cenário, uma capacitação só tem sentido e é aceita quando está diretamente associada ao serviço que executa, e com profissionais que tenham uma grande vivência prática no assunto.

Dessa forma, o curso proposto fugiu desse cenário bem definido. Os professores, apesar de todos serem engenheiros químicos com doutorado, apresentam, em sua maioria, uma vivência principalmente acadêmica. O curso também se propôs a tratar cada etapa da forma tradicional, ou seja, com a apresentação de conceitos básicos de engenharia para possibilitar a compreensão física dos fenômenos envolvidos nos experimentos que compõem a etapa experimental. Observa-se que essas aulas teóricas são pouco aceitas pelos profissionais mais antigos e, portanto, mais distantes de experiências acadêmicas.

Somam-se a esse aspecto, outros fatores que contribuem para gerar insatisfação como o deslocamento do grupo de sua rotina e de seu local de trabalho, a falta de homogeneidade das turmas em termos de idade, formação técnica, tempo de empresa e perspectivas profissionais. Neste contexto, um fator agravante foi a associação do desempenho individual no curso ao processo de avaliação e promoção da empresa. Nitidamente, percebeu-se o elevado nível de preocupação dos participantes com esse aspecto, o qual foi considerado um dos maiores empecilhos entre a aproximação aluno – professor. Tal como discutido no início do artigo, estas são questões que naturalmente podem ocorrer nas iniciativas de educação continuada.

No geral, entretanto, pode-se perceber que com o avançar do módulo o bloqueio inicial imposto por eles era dirimido em função da compreensão dos assuntos tratados.





Finalizando, um curso voltado para profissionais de nível médio, com a ênfase em fundamentos de Engenharia Química deve ser estruturado tendo em conta os aspectos anteriormente discutidos. Uma proposta seria iniciar os módulos com a parte experimental para, em seguida, discutir a teoria diretamente associada aos mesmos. Um trabalho anterior, onde os próprios operadores mostrariam in loco suas atividades aos professores, poderia também auxiliar no estabelecimento da estratégia do curso e minimizaria a distância que normalmente se estabelece entre professor e aluno nesses cursos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ZOTIN, F.M.Z.; FIGUEIREDO, M.A.G.; COSTA, A.L.H.; CALDAS, J.N.; FURTADO, C.R.; SILVA, V.V.; PINHO, B.Z. Implementação de um Curso de Capacitação Profissional para Operadores da Indústria de Petróleo e Gás. In: 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE P&D EM PETRÓLEO E GÁS, 2003, Rio de Janeiro. Anais, Rio de Janeiro, 2003, CD-ROM.

## TEACHING OF ENGINEERING FUNDAMENTALS FOR OPERATORS OF PETROLEUM INDUSTRY

***Abstract:** Due to the constant technological development, the organizations have a crescent need to promote the qualifying and training of their personal staff. This demand is extended for all levels, involving employees with different profiles and specializations. In this context, the Instituto de Química of UERJ has implemented a professional capacitating course for operators of the petroleum and gas industry. The course aims to teach to these professionals basic engineering concepts, thus allowing a better comprehension of the phenomena which occur in the industrial processes. A typical profile of a student in this course is a professional with a lot of experience in his work, but without involvement with school activities for a long period. According to these issues, some didactical challenges has appeared in the teaching of concepts involving several areas of chemical engineering, as fluid mechanics, heat and mass transfer, unit operations, etc. The objective of this paper is to show the experience of the authors in the approach of the present challenges and the proposals implemented to reach the established pedagogical goals.*

***Key-words:** Teaching, Petroleum industry, operators, engineering fundamentals.*