

## **O ENSINO DE TECNOLOGIA PETROQUÍMICA NO CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Patricia Helena Lara dos Santos Matai - pmatai@usp.br

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Química

CEP 05508-900 - São Paulo - SP

***Resumo.** No Departamento de Engenharia Química da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, a disciplina “Química Industrial II: Tecnologia Petroquímica” vem sendo ministrada desde 1994, com os objetivos de trabalhar os conteúdos do curso associando conhecimentos adquiridos em sala de aula com a realidade industrial, destacar o porte e a importância da indústria petroquímica nos cenários nacional e mundial, promover uma maior integração da escola com as empresas e aplicar diversas técnicas de ensino. O curso é organizado de modo a: abordar os processos envolvidos na prospecção, exploração e refino de petróleo, nas indústrias petroquímicas de primeira, segunda e terceira gerações, englobando os principais produtos e suas aplicações; discutir o papel e a importância da atuação e do trabalho do engenheiro químico no ramo petroquímico. As técnicas de ensino aplicadas são: aulas expositivas, seminários, palestras convidadas e visitas a unidades industriais do ramo petroquímico. Estas visitas são previamente planejadas e preparadas através de palestras realizadas, no recinto da escola, por profissionais das empresas visitadas. A avaliação do curso tem sido de boa a ótima por parte dos alunos que consideram que a estrutura com a qual o curso é ministrado, o contato com profissionais e empresas e a visão que as visitas trazem, contribuem de forma efetiva para a sua formação profissional.*

Palavras-chave: Ensino de engenharia, Tecnologia petroquímica, Técnicas de ensino

### 1. Introdução

A disciplina “Química Industrial II: Tecnologia Petroquímica” é optativa para os alunos que cursam o décimo semestre do curso de Engenharia Química da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Faz parte do elenco de disciplinas optativas oferecidas pelo Departamento de Engenharia Química, na estrutura curricular vigente para os alunos do quinto ao décimo semestres. Por tratar-se de uma disciplina de caráter tecnológico e pelo fato dos alunos apresentarem formação nas disciplinas formativas do curso de Engenharia Química, a partir de 1994 optou-se por trabalhar os conteúdos associando conhecimentos adquiridos em sala de aula com a realidade industrial, destacando o porte e a importância da indústria petroquímica nos cenários nacional e mundial, promovendo uma maior integração da escola com as empresas através de visitas a unidades industriais e de palestras convidadas e aplicando diversas técnicas de ensino. Em todas as atividades realizadas, são discutidos o papel e a importância do engenheiro químico no ramo petroquímico.

A programação da disciplina demanda tempo e mobiliza profissionais das empresas. Porém, definidos os objetivos da disciplina, os maiores desafios encontrados na sua operacionalização são os de criar um comprometimento por parte dos alunos, promover uma integração efetiva entre os membros dos grupos de trabalho e aumentar a motivação.

## 2. O conteúdo programático da disciplina

Do conteúdo programático constam os seguintes itens:

-Petróleo: prospecção, exploração, transporte e refino. Principais combustíveis oriundos da indústria de refino de petróleo, características e usos.

-Gás natural: principais características e usos.

-Petroquímicas de primeira geração: matérias primas petroquímicas, os pólos petroquímicos, principais processos empregados e principais produtos.

-Petroquímicas de segunda geração: capacidade de produção, principais matérias primas empregadas, os termoplásticos produzidos, intermediários para fibras sintéticas, borrachas sintéticas, importância, aplicações.

-Petroquímicas de terceira geração: características e principais produtos

-Catálise heterogênea: características, mecanismos. Principais catalisadores utilizados nos diversos segmentos da indústria petroquímica.

No planejamento da disciplina, por razões didáticas e de organização, os itens do programa da disciplina são divididos em blocos, apresentados na tabela 1.

Tabela 1 Organização do conteúdo programático por blocos

Bloco	Itens/assuntos abordados por bloco
1.Introdução à indústria petroquímica	porte, importância no cenário mundial, principais matérias primas, características da indústria petroquímica brasileira, os pólos petroquímicos e a integração das indústrias (Robson, 1992)
2. Petróleo	composição química, propriedades físicas e químicas, importância na matriz energética mundial, prospecção, exploração, transporte, refino, principais produtos e aplicações (Speight, 1991)
3.O gás natural associado à produção de petróleo	composição, propriedades físicas e químicas, importância na matriz energética mundial (Pedersen, 1989)
4.Petroquímicas de primeira geração (“upstreams”)	principais matérias primas, estrutura das petroquímicas de primeira geração no Brasil em comparação com o mundo, principais produtos, volumes de produção, porte das petroquímicas de primeira geração, principais produtos e aplicações (Robson, 1992)
5.Petroquímicas de segunda geração (“downstreams”)	principais matérias primas, estrutura das petroquímicas de segunda geração no Brasil em comparação com o mundo, principais produtos, volumes de produção, porte das petroquímicas de segunda geração, principais produtos e aplicações (Robson, 1992)
6.Petroquímicas de terceira geração	fertilizantes, detergentes, aplicação de solventes produzidos nas indústrias petroquímicas, indústrias de transformação de artefatos plásticos (Robson, 1992)

## 3. Desenvolvimento do programa do curso durante o semestre e as técnicas de ensino empregadas nas diversas atividades

Na primeira aula do semestre, apresenta-se e discute-se com os alunos uma sugestão de programa previamente elaborado pelo professor. Aspectos como disponibilidade e vontade de participar de visitas à unidades industriais, palestras de profissionais do ramo petroquímico,

aulas expositivas e trabalhos em grupo são levantados e discutidos. Na tabela 2 está apresentada a programação seguida no segundo semestre de 1999.

As técnicas de ensino empregadas são: aulas expositivas, seminários, estudo do meio (visitas à unidades industriais), atividades em biblioteca e palestras convidadas.

Tabela 2 Programação da disciplina no ano de 1999

Tema	Aspectos abordados	Duração	Técnica utilizada
1.Introdução à Indústria petroquímica	porte, importância no cenário mundial, principais matérias primas, características da indústria petroquímica brasileira, pólos petroquímicos	1 aula	palestra convidada
2.Petróleo	composição química, propriedades físicas e químicas, tipos de petróleo, prospecção, exploração e transporte	1 aula	aula expositiva
3.Catálise	importância, tipos de catalisadores utilizados na indústria petroquímica, características, mecanismos	1 aula	aula expositiva
4.Petróleo	refino	1 aula	palestra convidada
5.Petróleo	visita à refinaria da Petrobrás (REPLAN)	1 aula	estudo do meio
6.Gás natural	composição, propriedades físicas e químicas, importância na matriz energética mundial	½ aula	palestra convidada
7.Seminários (preparação)	discussão sobre o material bibliográfico levantado e/ou levantamento de material	½ aula	atividade em biblioteca
8.Petroquímicas de primeira geração	características de uma petroquímica de primeira geração, matérias primas utilizadas, integração nos pólos petroquímicos, processos envolvidos, reações químicas	1 aula	palestra convidada
9.Petroquímicas de primeira geração	visita à petroquímica de primeira geração (Petroquímica União)	1 aula	estudo do meio
10.Petroquímicas de segunda geração	característica, porte, importância, integração nos pólos petroquímicos, principais produtos e a sua utilização	1 aula	aula expositiva
11.Petroquímicas de segunda geração	produtos intermediários, características e aplicações	½ aula	palestra convidada
12.Petroquímicas de segunda geração	borrachas sintéticas	½ aula	aula expositiva
13.Petroquímicas de segunda geração	visita à uma petroquímica de segunda geração	1 aula	estudo do meio
14.Petroquímicas de terceira geração	detergentes fertilizantes	1 aula	aula expositiva
15.Petroquímicas de terceira geração	tema a escolha dos alunos (indústrias de transformação de artefatos de plásticos, por exemplo)	½ aula	atividade em sala
16.Seminários (preparação)	finalização dos textos, discussão sobre o material bibliográfico	½ aula	atividade em biblioteca
Prova	--	1 aula	avaliação

17.Seminários	apresentação	1 aula	avaliação
---------------	--------------	--------	-----------

4. Desenvolvimento do curso, atividades desenvolvidas e as diversas técnicas de ensino empregadas

#### 4.1. Aulas expositivas dialogadas (Feltran, 1985)

Neste caso, as aulas expositivas dialogadas são ministradas quando se deseja introduzir um assunto. Mantém-se um diálogo constante com a classe, o que aumenta o interesse pelo assunto apresentado.

#### 4.2. Atividades em biblioteca

A partir da observação de que vários alunos não utilizam a biblioteca de forma adequada, decidiu-se por realizar algumas atividades da disciplina no recinto da biblioteca. Os alunos são orientados de modo a realizar as buscas por diversos mecanismos para que consigam levantar material bibliográfico com eficiência. A atividade serve como suporte principalmente para a elaboração dos seminários.

#### 4.3. Seminários

Trata-se de atividade que faz parte da avaliação final da disciplina. Os temas variam de ano para ano, em função dos interesses e de uma discussão com a classe. Na primeira aula do semestre, faz-se uma discussão sobre temas de interesse relativos ao ramo petroquímico, levando em conta eventuais experiências individuais dos alunos. Professor e alunos sugerem alguns temas. É dado à classe um prazo de duas semanas para reflexão, decisão e escolha dos temas. Normalmente surgem novas propostas de temas que são discutidas e incorporadas. Em seguida, é feita a escolha final dos temas e a divisão por grupos. Os alunos recebem um pequeno texto, elaborado pelo professor, sobre o que se espera dos seminários, com apresentá-los e instruções sobre a apresentação de um texto final escrito. O andamento das atividades relativas aos seminários são discutidas no transcorrer do semestre em datas estabelecidas na programação da disciplina (tabela 2). Na data da apresentação dos seminários, cada grupo entrega um texto final acompanhado de um relatório sobre as reuniões realizadas, modo como foi feito o levantamento do material bibliográfico, eventuais dificuldades na localização e aquisição do material bibliográfico, número de horas gastas e como foi feita a distribuição de tarefas dentro do grupo. Todos os membros do grupo participam da apresentação dos seminários. O tempo para a apresentação é previamente definido e controlado. Ao final, abre-se um espaço para perguntas.

#### 4.3. Exemplos de organização dos seminários

##### 4.3.1. Seminários com tema único

No ano de 1999, a classe optou por trabalhar com um tema único que foi dividido por três grupos de 3 a 4 alunos por grupo. O tema escolhido foi “a implantação de uma indústria petroquímica de primeira geração utilizando gás natural como matéria prima” sendo o modelo de implantação diferente do brasileiro no qual se utiliza nafta petroquímica como matéria prima. A premissa básica colocada foi a capacidade de produção de um milhão de toneladas/ano de eteno. O desafio inicial foi o de levantar dados sobre o gás natural e o entendimento das reações químicas envolvidas nas diferentes etapas para que se pudesse dimensionar os equipamentos e as utilidades em função da capacidade de produção previamente definida. O trabalho inicial dos grupos foi o levantamento do bibliográfico na biblioteca e via "internet". Em seguida, alguns alunos fizeram contato com empresas,

ampliando a quantidade de informações não só sobre a matéria prima, como dos equipamentos utilizados nas petroquímicas de primeira geração.

A divisão dos trabalhos foi feita conforme apresentado na tabela 3.

Tabela 3 Divisão de trabalho para elaboração de seminário com tema único

Grupo	Assunto	Tarefas/atribuições
1	Matéria prima e dimensionamento	características do gás natural, propriedades, custo, a química do processo (reações químicas, catálise), capacidade de produção em toneladas de eteno/ano, possíveis fornecedores, custo
2	Processos	processos envolvidos, tipos de produtos a produzir, suas propriedades e características, fornecimento destes produtos para as petroquímicas de segunda geração, custos de produção
3	Utilidades	tratamento de efluentes, geração de vapor, água de processo, armazenagem de matérias primas, transporte dos produtos através de dutos, armazenagem de produtos, energia elétrica (estimativa de custo para produção a partir do gás natural)

#### 4.3.2. Seminários com temas correlatos

Em 1996, a classe decidiu-se por temas nos quais os principais produtos das petroquímicas de primeira geração fossem utilizados pelas de segunda geração. A classe foi dividida em quatro grupos de três alunos. Nestes grupos, pelo menos um dos integrantes havia estagiado em petroquímicas de segunda geração. Além do levantamento do material bibliográfico, cada grupo visitou uma indústria produtora dos produtos envolvidos nos respectivos seminários e apresentou os processos, as características dos produtos, dados sobre o controle de qualidade, usos principais e custos de produção e dos produtos acabados. As apresentações foram muito interessantes porque os grupos trouxeram amostras de produtos e material de divulgação das empresas. Neste caso, além das informações advindas da literatura, cada grupo apresentou fluxogramas simplificados dos processos que haviam sido vistos. Este tipo de procedimento proporcionou uma troca significativa de experiências.

#### 4. 4. Palestras convidadas

As palestras realizadas por profissionais do ramo petroquímico tem despertado grande interesse por parte dos alunos. Exceto pela palestra de "Introdução à indústria Petroquímica", as demais palestras por objetivo preparar os alunos para visitas às unidades industriais. Assim, na semana anterior a qualquer das visitas, um profissional da empresa visitada vem à Escola para uma palestra sobre os processos que serão vistos, suas características, produtos produzidos e seus usos. Logo após a palestra, a classe e o professor, utilizando as anotações da palestra, elaboram um texto que deve ser lido antes de cada visita para um melhor entendimento do que será visto.

## 4.5. Visitas

As visitas às empresas tem por objetivos colocar o aluno em contato com a realidade industrial do ramo petroquímico. Por tratar-se uma "aula em escala real", as visitas causam impacto por motivos tais como o porte das indústrias, complexidade dos processos e equipamentos, automação, questões de controle ambiental, tratamentos de efluentes e outros. Nestas visitas, os alunos tem que estar cientes e obedecer as normas de segurança das empresas através da utilização adequada dos equipamentos de segurança. Na aula posterior, faz-se em classe, a discussão e avaliação da visita.

Em alguns anos, a Petrobrás tem concedido visitas à plataformas marítimas na Bacia de Campos. Nestas visitas, o aluno se depara as práticas de exploração e tratamento inicial do petróleo extraído e com a complexidade da operação de uma plataforma, com a práticas das normas de segurança e com questões de controle ambiental.

## 5. Avaliação do curso

### 5.1. Questionários de avaliação

São respondidos após cada aula expositiva, palestra ou visita. Servem como indicadores do andamento do curso e para que, se necessário, possam ser feitas correções durante o andamento do curso.

#### 5.1.1. Modelo do questionário de avaliação de aulas expositivas e de palestras adotado na disciplina

Com o intuito de aprimorar o atual modelo adotado na disciplina “Química Industrial II: Tecnologia Petroquímica”, é importante a sua colaboração no preenchimento deste questionário. Assim, solicitamos que você emita a sua opinião sobre o seguinte tema e o respectivo apresentador:

Tema:

Apresentador

#### I - Conteúdo

	ótimo	bom	médio	ruim	péssimo
Conhecimento do assunto					
Nível de profundidade					
Atendimento à sua expectativa					

#### II - Comunicação/didática

	ótimo	bom	médio	ruim	péssimo
Organização da apresentação					
Utilização adequada do tempo					
Uso de material de apoio					
Capacidade de comunicação					

III - Nota global pela apresentação (0 a 10): .....

#### IV - Comentários e sugestões

Nome (opcional)

##### 5.1.2. Modelo do questionário de avaliação das visitas adotado na disciplina

Empresa visitada
Destaque os aspectos positivos da visita:
Destaque os aspectos negativos da visita:
O que você gostaria de ter visto a mais?
Que locais (unidades) visitados você excluiria?
O texto lido previamente ajudou no entendimento dos processos?
Nota global atribuída à visita:
Comentários e sugestões
Nome (opcional)

##### 5.2. Avaliação do curso por parte dos alunos

Desde 1994, os questionários de avaliação tem servido como um indicador do que ocorre com a disciplina. A avaliação por parte dos alunos tem sido de boa a ótima para as palestras convidadas e aulas expositivas. A visitas tem recebido notas maiores ou iguais a oito. Os alunos tem considerado que a disciplina tem contribuído de forma efetiva para a sua formação.

#### 6. Conclusões

A disciplina organizada com apresentado neste trabalho torna-se dinâmica, permitindo inovar, criando uma integração com empresas e um comprometimento dos alunos com o curso. As "aulas em escala real" permitem não só a aprendizagem como mostram o funcionamento e o porte das indústrias do ramo petroquímico. Nas visitas, o aluno pode perceber o papel e importância do trabalho do engenheiro químico na atividade industrial.

#### REFERÊNCIAS

- Feltran, A. ; Lopes, A .O. et alii. Técnicas de ensino: por que não? São Paulo, Papirus Editora, 6ed, 1985.
- Pedersen, K. S.; Fredenslund, A.; Thomassen, P. Properties of Oils and Natural Gases. Houston, Gulf Publishing Company, 1989.
- Robson, G. D. (ed) Modern Petroleum Technology. Chechester, John Wiley and Sons, 1992. 2v.
- Speight, J. G. The Chemistry and Technology of Petroleum. New York, Marcel Dekker Inc., 2.ed., 1991

#### Agradecimentos

À Petrobrás Petróleo Brasileiro S.A., à Petroquímica União S. A. e à Oxiteno pelas visitas e palestras oferecidas.

