

ESTUDO DO EFEITO POSITIVO DE MUDANÇAS NA ORDEM DE ATIVIDADES DO CURSO DE ENGENHARIA DE REAÇÕES QUÍMICAS II

Murilo Uliana

Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Química, Conjunto das Químicas
Bloco 21 térreo, Av. Prof. Lineu Prestes, nº 580- Cidade Universitária
CEP 05508-900 – São Paulo –SP

Resumo: *O intuito deste trabalho é mostrar aspectos da disciplina de engenharia de reações químicas, detalhes a respeito do desempenho dos alunos e resultados provenientes da utilização de técnicas de aprendizado e, principalmente, da forma de organização do curso. Além disso, mostrar como isso pode afetar positivamente, ou negativamente, o desempenho geral dos estudantes tendo em vista o estímulo do aluno ao estudo da disciplina em questão e ao nível de entendimento obtido versus aquele que era esperado, assim como as dificuldades encontradas para se ministrar esse curso incluindo uma análise da disponibilidade dos recursos que foram utilizados para aprendizagem aos alunos.*

Palavras-chave: *Reações, Calendário da disciplina, Laboratório.*

1 INTRODUÇÃO

O planejamento do calendário de uma disciplina geralmente é feito levando-se em conta alguns detalhes como os feriados e dias em que não se pode adicionar aula, mas além disso deve-se levar em conta como a disposição de determinado calendário pode influenciar o rendimento dos alunos e se algo geralmente pode ser feito para evitar efeitos negativos.

O entendimento deve levar em conta o respeito ao tempo necessário para os alunos adquirirem conhecimentos ou estudarem determinada disciplina, visto que se trata de um curso quadrimestral parte dos alunos além de passarem o tempo estudando também dedicam parte do tempo com o estágio que geralmente é desenvolvido fora do quadrimestre em que se cursa as disciplinas, ou seja, o quadrimestre anterior e o próximo são exclusivamente de estágio ou iniciação científica.

O estudo em questão é a respeito de uma disciplina em geral teórica, mas com conteúdos que podem ser apreendidos e discutidos por experimentos, este é o enfoque de engenharia de reações químicas II.

Nesta disciplina a simulação do processo químico tem importância sendo estudado a aplicação de conceitos de modelagem matemática de processos químicos (Chemical Reaction Engineering II) (Renato et al 2001, CARPINTEIRO et al 2004).

Essa disciplina é a continuação de engenharia de reações químicas I e em muitas vezes faz uso de conceitos já apreendidos nessa disciplina anterior.

A disciplina em si não apresenta pré-requisitos a não ser ter já concluído o módulo anterior, o que se deve conhecer em geral são as disciplinas de cálculo, termodinâmica e engenharia de reações químicas I.

O curso de engenharia química é um curso cooperativo e dividido em quadrimestres a grande maioria dos alunos se encontra em um quadrimestre ideal e dificilmente carregam

disciplinas do quadrimestre anterior já que ele é um pré-requisito para cursar o próximo período

Só é possível estar atrasado nas disciplinas cursadas com uma defasagem de um ano, que seria o caso de haver repetência, mas é possível estar no quadrimestre ideal com algumas disciplinas do ciclo básico pendentes.

O curso em geral exige tópicos anteriores sem revisá-los pressupondo-os conhecidos, mas isso pode ser feito durante a aula caso o aluno tenha interesse.

O processo de aprendizado envolve um determinado tempo para sedimentação dos conteúdos, isso faz com que determinada programação de um curso possa ser inviável.

Para os alunos em geral exigir um entendimento muito rápido pode fazer com que eles obtenham apenas um entendimento superficial por não terem tempo ou não estarem aptos a compreender muitas coisas em pouco tempo.

2 OBJETIVOS

Neste trabalho será considerada uma disciplina de graduação que tem relação com o estudo dos processos químicos buscando um entendimento de como o tipo de reator e o seu modo de operação afetam as características do produto final.

Além disso, se estudam reações não elementares como por exemplo as reações de polimerização, reações catalíticas, difusão em sólidos porosos e reatores não ideais, esse são assuntos tratados com certo detalhe, mas sem serem muito aprofundados.

A principal motivação desse estudo não é como a ordem com que são apresentados tópicos pode influenciar no rendimento final, mas como a ordem em que determinadas atividades propostas que ocupam certo tempo dos alunos visto que eles cursam outras disciplinas ao mesmo tempo pode ajudar no gerenciamento de seus próprios tempos para que consigam melhores resultados finais, em parte seus rendimentos dependem deles próprios mas determinados fatores externos podem ter influencia a ponto de ponderar mais negativamente ou positivamente em seus resultados.

3 ESTRATÉGIAS

Toda a disciplina foi apresentada por meio de aulas expositivas mas se destacam as aulas práticas que foram ministradas para a obtenção de dados e a confecção do trabalho da disciplina .

Embora não tenha sido extensa demais incluindo cerca de dois livros complementares o material conseguia englobar todo o conteúdo referente à disciplina principalmente os tópicos de maior importância.

Não foram utilizados diretamente *papers*, jornais e periódicos publicados, mas muitos exercícios e exemplos do livro texto apresentam esse material como base de dados experimentais e alguns modelos já utilizados nessas publicações, ou seja, o livro texto cobre uma parte disso indiretamente.

As aulas de experimento de laboratórios são precedidas de uma explicação teórica, são apresentadas em aulas anteriores os conceitos com o qual vão trabalhar em experimentos de laboratório sabendo algo sobre o assunto em geral antes do próprio experimento.

3.1 Detalhamento de aulas

Todas as aulas eram seguidas por uma ou mais questões de determinados tópicos da lista de exercícios, existia uma retro-alimentação ou feedback para os alunos sendo possível resolverem juntos partes de determinadas questões das listas ou esclarecer dúvidas durante e pouco depois das aulas em sala ou individualmente com o professor, geralmente questões

mais difíceis da lista ou da disciplina eram encaminhadas após as aulas com o objetivo de se tirarem dúvidas.

O programa foi dividido em 5 tópicos principais e com algumas listas de exercícios como atividade de avaliação e os trabalhos feitos a partir de experimentos em laboratório.

As aulas em geral seguem o livro texto, sem seguir a seqüência de capítulos ordenada no livro texto, isso é feito para que o conteúdo fique bem acomodado aos objetivos do curso (parte do capítulo 7 principalmente as reações de polimerização são por exemplo detalhadas em uma disciplina de pós – graduação e são exigidas apenas superficialmente na graduação) avança-se ao capítulo 10 pois estes já foram estudados previamente nas disciplina de mesmo nome do quadrimestre anterior.

Uma parte da disciplina da mesma forma como nas explicações do livro-texto são explicações em que se resolvem exemplos para se obter resultados úteis para o entendimento geral de determinados assuntos, essas aulas podem ser consideradas como aulas de exercícios em que o conteúdo é aplicado diretamente em um problema corriqueiro e também usado nas tarefas que englobam parte do que é cobrado em provas.

A tabela 1 a seguir apresenta os principais tópicos da disciplina.

Tabela 1 – Programa da disciplina de graduação para duas turmas de 36 alunos cada 2007.

Aula	data		Turma	Assunto	Fogler, 3ª ed.	OBS.
	09/01	Terça	32	Reatores Não-Ideais. DTR.	Cap. 13/14	
	11/01	Quinta	31	Reatores Não-Ideais. DTR.	Cap. 13/14	
1	12/01	Sexta	01	Reatores Não-Ideais. DTR.	Cap. 13/14	
	16/01	Terça	32	Exercícios	Cap. 13/14	
	18/01	Quinta	31	Exercícios	Cap. 13/14	
2	19/01	Sexta	01	Cinética de Reações Não-Elementares	Cap. 7	
	23/01	Terça	32	Laboratório Exp. DTR	Cap. 13/14	
	25/01	Quinta	31	Não há aula (Feriado - Aniv. São Paulo)		
3	26/01	Sexta	01	Não há aula (Recesso Escolar)		
	30/01	Terça	32	Exercícios	Cap. 7	
	01/02	Quinta	31	Exercícios	Cap. 7	
4	02/02	Sexta	01	Reações Catalíticas Heterogêneas	Cap. 10	
	06/02	Terça	32	Exercícios	Cap. 10	
	08/02	Quinta	31	Exercícios	Cap. 10	
5	09/02	Sexta	01	Reações Catalíticas Heterogêneas	Cap. 10	
	13/02	Terça	32	Exercícios	Cap. 10	
	15/02	Quinta	31	Exercícios	Cap. 10	
6	16/02	Sexta	01	Efeitos Difusionais Externos	Cap. 11	
	20/02	Terça	32	Não há aula (Feriado - Carnaval)		
	22/02	Quinta	31	Laboratório Exp. DTR	Cap. 13/14	
7	23/02	Sexta	01	Efeitos Difusionais Externos	Cap. 11	
	27/02	Terça	32	Exercícios	Cap. 11	
	01/03	Quinta	31	Exercícios	Cap. 11	
8	02/03	Sexta	01	PROVA P1		
	06/03	Terça	32	-----		SEQEP
	08/03	Quinta	31	-----		SEQEP
9	09/03	Sexta	01	-----		SEQEP
	13/03	Terça	32	Difusão/Reação em Catalisadores Porosos	Cap. 12	
	15/03	Quinta	31	Difusão/Reação em Catalisadores Porosos	Cap. 12	
10	16/03	Sexta	01	Difusão/Reação em Catalisadores Porosos	Cap. 12	
	20/03	Terça	32	Exercícios.	Cap. 12	
	22/03	Quinta	31	Exercícios.	Cap. 12	
11	23/03	Sexta	01	Reações de Polimerização (Introdução)	Cap. 7	
	27/03	Terça	32	Reações de Polimerização (Policondens.)	Cap. 7	
	29/03	Quinta	31	Reações de Polimerização (Policondens.)	Cap. 7	
12	30/03	Sexta	01	Reações de Polimerização (Poliadição)	Cap. 7	
	03/04	Terça	32			
	05/04	Quinta	31	Não há aula (Recesso Escolar)	Cap. 7	
13	06/04	Sexta	01	Não há aula (Feriado-Sexta-feira Santa)		
	10/04	Terça	32	Reações de Polimerização (Poliadição)		
	12/04	Quinta	31	Reações de Polimerização (Poliadição)		
14	13/04	Sexta	01	Reações de Polimerização (Polim. Viva)		
	17/04	Terça	32	Exercícios (Revisão)		
	19/04	Quinta	01	PROVA P2		**
15	20/04	Sexta	01	-----		
	05/05	Sexta	01	PROVA DE RECUPERAÇÃO		

Fonte: Programa da disciplina Engenharia das reações químicas II.

A idéia central neste ano foi colocar as aulas de laboratório logo no início do curso, mas dependendo do caso devido a uma turma poder ficar defasada da outra e tentando evitar isso por causa dos feriados do ano esta aula de laboratório foi deslocada no máximo para mais ou

menos o meio do curso como podemos ver pela tabela 1 onde uma turma tem aula de laboratório em tempos diferentes, mas tentando-se evitar essas aulas ao final do curso.

3.2 Avaliações

Em geral é necessário provar conhecimentos teóricos para passar em uma disciplina, as provas dessa disciplina tem um conteúdo cumulativo, mas mesmo assim não é preciso aplicar o critério de ser aprovado apenas se a média total das provas com seus pesos forem maior que a média, pois como o peso das provas é maior que o peso de outras atividades inclusive o laboratório adicionar esse critério não é necessário.

Contido na programação da disciplina incluíram-se listas de exercícios e duas provas e um trabalho com dados de experimentos cada um correspondendo a seguinte média final $M = (2P+L)/3 \geq 5,0$ onde

P = média de 2 provas, com pesos 1,0 e 1,5 respectivamente: $P = (P_1 + 1,5 P_2)/2,5$

L = média dos exercícios, provinhas, trabalhos e relatórios.

Para a média as provas aumentam de peso progressivamente pois trata-se de disciplina cumulativa, e pode-se dar prioridade ao estudo da disciplina cobrada anteriormente.

As provinhas e trabalhos geralmente consistem em parte da disciplina e as vezes é resolvido com ajuda de planilhas em excel ou algoritmos em linguagem de programação pois são exercícios mais extensos, muitos deles são feitos como um detalhamento de determinado conteúdo da aula, uma reconstrução de um trecho do livro texto que não foi plenamente explicado de maneira explícita por exemplo ou resoluções de questões pertinentes com auxílio de programas contidos no CD-ROM (geralmente programas que resolvem equações diferenciais ordinárias ou equações algébricas por métodos numéricos) do livro texto ou elaborados como rotinas computacionais em ambientes diferentes do programa (para montagem de algoritmos) proposto pelo livro.

A forma como a ponderação é feita acaba dando um valor equivalente a uma prova para o experimento em laboratório, isso faz com que a experiência tenha um valor de importância grande para os alunos.

O experimento realizado na disciplina diz respeito a uma parte muito importante da disciplina em geral fazendo um certo sentido essa valorização, mas incluindo nela apenas um entendimento de uma parte importante da disciplina e não de todo o seu conteúdo.

3.3 Bibliografia utilizada

Com respeito a bibliografia utilizada está consistiu de três livros no total: Fogler (1992), Levenspiel (1999) e Froment e Bischoff (1974) , mas um em especial conseguia ser um resumo de toda disciplina contemplada no livro (Fogler 1992) que está escrito originalmente em inglês mas também apresenta um versão traduzida para o português por professores de universidades que também ministram o mesmo tipo de curso.

Um aspecto a ser levado em consideração é no caso como esse material foi disponibilizado para o aluno, o formato digital não foi utilizado, e apresentações apenas do professor a classe foram utilizadas.

O livro texto conseguia cobrir o material utilizado nos experimentos sendo possível sua convergência com a teoria disponível nele, outro aspecto também a ser levado em consideração são os livros que inicialmente não eram suficientes em número para todos os alunos e que após serem encomendados pela biblioteca aumentaram suficientemente para cobrir a necessidade dos alunos não faltando exemplares disponíveis para o estudo tanto na biblioteca, como em aula ou fora da sala de aula.

3.4 Experimento em laboratório

As turmas iniciais tiveram aulas de laboratório sempre perto do final do curso, isso gerava alguns problemas como os alunos preferiam essas aulas no início do curso para que pudessem confeccionar os relatórios, uma mudança que foi feita foi colocar as aulas de laboratório no início do curso com isso pode-se observar uma melhora no rendimento da turma já que antes poderiam não conseguir entregar os relatórios a tempo, pois os laboratórios e os relatórios eram para as últimas semanas que coincidiam com as provas finais da disciplina além das provas de outras disciplinas.

Pela tabela 2 apresentada a seguir podemos verificar claramente como o resultado muda para melhor quando se apresenta a parte em que se segue experimentos de laboratório logo no início do curso não deixando isso muito para a conclusão do curso.

Tabela 2 - Coeficientes de rendimento dos alunos no período 2002-2007.

Períodos==>	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Alunos Matriculados	47	64	43	54	64	72
Média Final	6,7	5,3	5,8	5,8	5,9	6
±D.P. (Desvio Padrão)	0,9	0,9	2	1,5	1,5	1,2
Aprovados	46	44	33	43	50	60
Reprovados	0	0	4	1	0	0
Recuperação	1	20	6	10	14	12
Aprovados após Recuperação	1	19	4	7	6	3
Reprovados Após Recuperação	0	1	2	3	8	9
Parte do curso em que foi executada as aulas de laboratório	Final	Início	Final	Meio/Final	Meio/Final	Meio/Final

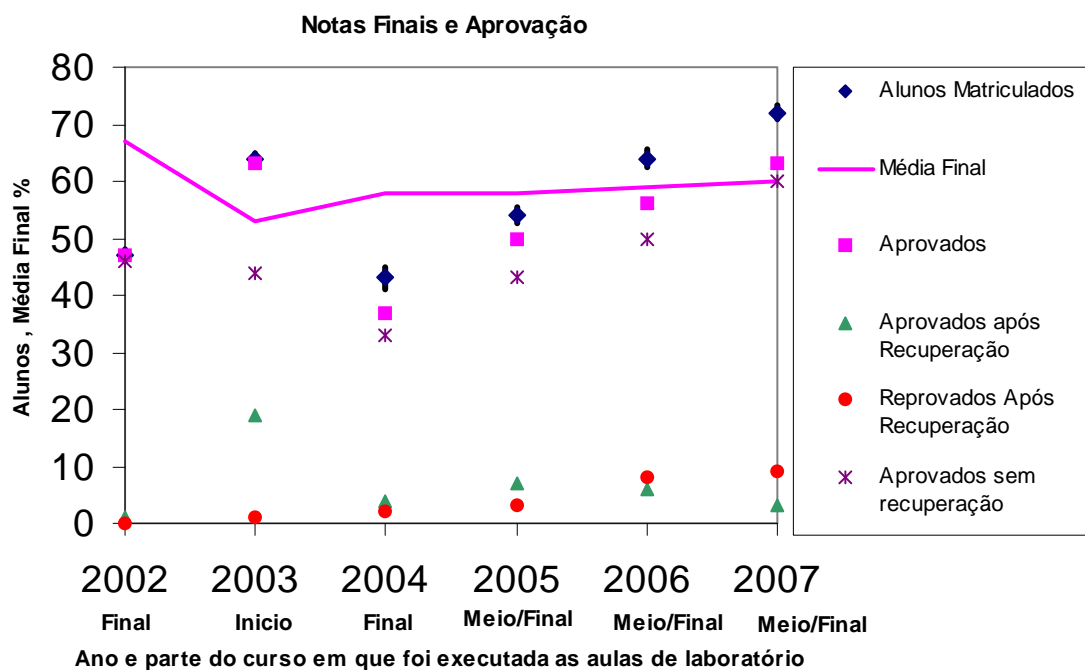


Figura 1: Coeficientes de rendimento dos alunos no período 2002-2007.

Portanto as modificações na estrutura da disciplina foram feitas com base no que seria preferível aos alunos e com base no que o professor podia modificar e o resultado entre a concordância dessas duas opiniões levou a uma melhora geral em termos de aproveitamento da disciplina.

Embora seja apenas uma aula de laboratório para cada turma na verdade tratam-se de dois experimentos, então o mesmo aspecto da disciplina é abordado de duas formas ou em duas condições diferentes, isso resulta em um relatório mais extenso pois deve conter a explicação e cálculos de dois arranjos experimentais diferentes, em geral o resultado esperado já está disponível no livro mas a diferença é que com arranjos experimentais possíveis divergências com o que é esperado teoricamente e com o que é observado pode ser discutido gerando textos que não estão necessariamente explícito no livro utilizado.

3.5 Avaliação da disciplina/aluno/professor

A disciplina é uma seqüência da disciplina engenharia de reações químicas I, como tal ela engloba a primeira disciplina e acrescenta detalhes em alguns casos além de apresentar material novo, mas em geral o enfoque é o mesmo na modelagem de reatores e nos mecanismos para a confecção do produto final como polímeros produtos que precisam de reações com catalisadores.

Pode-se considerar que os objetivos da disciplina são bem esclarecidos para os alunos sendo possível saber a importância de alguns tópicos da disciplina mesmo durante a aula com exemplos do próprio livro texto desta disciplina.

Boa parte da disciplina é uma descrição fiel do conteúdo do livro texto mostrando-se facilidade em encontrar material para estudo e em boa parte da aula é possível uma recapitulação de conteúdos anteriores a disciplina já que o livro texto é justamente o mesmo.

Muitas estratégias poderiam ser utilizadas para melhorar o rendimento dos alunos pelo professor parte dessas estratégias poderiam ter sido formuladas pelos alunos ou as soluções poderiam ter sido obtidas pelos professores, nesse caso a solução foi obtida pela resolução em conjunto do problema turmas anteriores propuseram uma forma de reformular o calendário da disciplina e conseguiram convencer o professor a mudar nesse caso a ordem de atividades das disciplinas que se apresentaram como mudanças muito úteis em seguida, portanto parte da melhora da disciplina se deve a uma certa atuação mais pró-ativa dos alunos de anos anteriores que em parte fizeram uma boa contribuição ao aprendizado geral vivenciando o que possíveis mudanças poderiam de fato ocasionar em melhoras significativas para todo um grupo futuro de estudantes (Arlindo et al 2001, Kenski 1994).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em geral a disciplina de engenharia de reações químicas II aborda temas já conhecidos de engenharia de reações químicas I, mas aprofundando esta em maiores detalhes além de ser um pré requisito para o seu entendimento, em geral o trabalho da disciplina é feito junto com o experimento em laboratório, após o experimento pode-se confeccionar o relatório o que os alunos consideraram tomar um tempo considerável sendo que ele cursam outras disciplinas e além disso tem provas que coincidem com as últimas semanas de aula, uma melhora significativa no rendimento dos alunos foi observada quando se aplica esse experimento e a entrega desse trabalho logo no início da disciplina.

Para tanto se faz necessário uma pequena inversão da ordem em que se apresentam os tópicos, mas isso não influencia nenhuma mudança geral no conteúdo, pois os tópicos podem ser apresentados separadamente.

Podemos concluir que uma melhor estruturação da disciplina para atender as necessidades dos alunos pode melhorar seus rendimentos e conseqüentemente o entendimento obtido da disciplina.

Também pode se concluir que uma mudança na disciplina para melhor foi possível devido principalmente ao empenho e pró-atividade por parte dos alunos em melhorar a forma geral do calendário da disciplina em questão tendo sido realizado de certa forma um trabalho em conjunto entre os alunos e o professor visando uma maior comodidade da disposição das aulas

Agradecimentos

Este trabalho teve o apoio da CAPES, e os dados apresentados foram obtidos de Reinaldo Giudici.

5. BIBLIOGRAFIA

A. Tribess, A. de S. Henor, E. F. Rodrigues., O Papel do Professor na Motivação à Aprendizagem dos alunos de engenharia, EQC 31 –EQC 36, COBENGE 2001.

Belhot R. V, R. S. Figueiredo, Cesar O. Malavé, O uso da simulação no ensino de engenharia, NTM 445 – NTM 441, COBENGE 2001

CARPINTEIRO, C.N.C. e STANO, R.C.M.T. “ A Contribuição da Biblioteca Universitária para o ensino de engenharia”, Revista de Ensino de Engenharia, ABENGE, junho 2004.

V. M. Kenski, “O professor, a escola e os recursos didáticos em uma sociedade cheia de tecnologias.” in Anais de VII ENDIPE, Florianópolis, SC, 1994.

H.A. Souza, E.F. Rodrigues e A. Tribess, “A motivação dos estudantes de engenharia diante da atual conjuntura sócio-econômica brasileira,” in Anais Eletrônicos do XXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Ouro Preto, MG, (CD-ROM), 2000 .

H. S. FOGLER, *Elements of Chemical Reaction Engineering*, 3rd ed., Prentice-Hall, 1999 (ou 2nd ed., 1992)

H.S. FOGLER, *Elementos de Engenharia das Reações Químicas*, 3^a edição, LTC, 2002.)

O. LEVENSPIEL, *Engenharia das Reações Químicas*, trad. da 3^a edição de *Chemical Reaction Engineering*, Edgar Blucher, 1999 (ou trad. da 2^a edição, Edgar Blucher e EDUSP, 1974).

G.F. FROMENT & K.B. BISCHOFF, *Chemical Reactor Analysis and Design*, Wiley, 2nd ed., 1990.

STUDY ABOUT GOOD EFFECTS OF CHANGES IN THE ORDER OF ACTIVITIES IN THE COURSE OF CHEMICAL REACTION ENGINEERING II

***Abstract:** This work was made to show activities in the chemical reaction engineering course, details about the students efficiency and results that came from changes mainly in the order of those activities observing what stimulates the student positively or negatively generally the improvement in students in those classes and the level of understanding obtained versus what was intended to be understood, also is related the difficulties found to present this course to students including an analysis about the resources used to the learning of those students*

***Key words:** Laboratories, Reaction, Activities in a course*