

- ²² Adeloju, S.B.; Briggs, M.H.; Bond, A.M., *Anal. Chim. Acta*, (1984), *164*, 181-194.
- ²³ Van den Berg, C.M.G.; Huang, Z.Q., *Anal. Chim. Acta*, (1984), *164*, 209-222.
- ²⁴ Lam, N.K.; Kalvoda, R.; Kaponica, M., *Anal. Chim. Acta*, (1983), *154*, 79-86.
- ²⁵ Van den Berg, C.M.G.; Huang, Z.Q., *Anal. Chem.*, (1984), *56*, 2383-2386.
- ²⁶ Van den Berg, C.M.G.; Huang, Z.Q., *J. Electroanal. Chem.*, (1984), *177*, 269-280.
- ²⁷ Van den Berg, C.M.G., *Talanta*, (1984), *31*(12), 1069-1073.
- ²⁸ "Application Note P-5" Princeton Applied Research Corp., Princeton, NJ, 08540 (U.S.A.).
- ²⁹ Ref. 1, p 61.
- ³⁰ Kissinger, P.T.; Heineman, W.R., "Laboratory Techniques in Electroanalytical Chemistry", Marcel Dekker Inc., (1984) p 43.
- ³¹ Kuo - nan, Kuo; Bioanalytical Systems Inc., West Lafayette, IN 47906 (U.S.A.).
- ³² Bard, A.J.; Faulkner, L.R., "Electrochemical Methods Fundamentals and Applications", John Wiley & Sons, (1980), p-516.
- ³³ "Application Note D-2" Princeton Applied Research Corp., Princeton, NJ, 08540 (U.S.A.).
- ³⁴ Braun, H., Metzger, M., *Fresenius Z. Anal. Chem.*, (1984) *318*, 321-326.
- ³⁵ Ohlweiler, O.A., "Fundamentos de Análise Instrumental", Livros Técnicos Científicos, (1981), p-408.

LEITURA SUPLEMENTAR

- ¹ Vassos, B.H.; Ewing, G.W., "Electroanalytical Chemistry", John Wiley & Sons, New York, 1983.
- ² Plambeck, J. A., "Electroanalytical Chemistry, Basic Principles and Applications", John Wiley & Sons, New York, 1982.
- ³ Skoog, D. A., "Principles of Instrumental Analysis", Saunders College Publishing, New York, 1985.
- ⁴ Willard, H.W., Merrit, L.L.; Dean, J.A., "Instrumental Methods of Analysis", D. van Nostrand Company, New York, 1974 (nova edição pela Wadsworth International, California U.S.A.).

EDUCAÇÃO

UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA NO ENSINO DA QUÍMICA ORGÂNICA EM LABORATÓRIO

Bluma G. Soares, Dario X. Pires e Nelson A. Souza

*Instituto de Química
Universidade Federal do Rio de Janeiro*

Recebido em 23/8/85
Cópia revista recebida em 5/11/86

SUMÁRIO

Como parte de esforços no aperfeiçoamento da metodologia empregada no ensino prático da Química Orgânica no Instituto de Química da UFRJ, alteramos os objetivos da disciplina "Química Orgânica Experimental II". As práticas passaram a ser individualizadas, isto é, cada aluno realizou práticas diferentes, de modo a abranger todo o programa de sínteses pré-estabelecido e permitir a ampla discussão dos conceitos teóricos nas reações. Os resultados obtidos foram, em nossa opinião, excelentes e conduziram a um maior desenvolvimento da capacidade de análise e crítica dos diversos aspectos das sínteses por parte dos alunos, em relação a outros grupos submetidos ao ensino mais convencional.

INTRODUÇÃO

A disciplina de Química Orgânica Experimental II do Instituto de Química da UFRJ tem como objetivo o treinamento em sínteses, com aplicação de conhecimentos sobre técnicas de separação e purificação de substâncias, adquiridos em disciplinas anteriores.

A infra-estrutura para o atendimento de grande número de alunos, comumente encontrada na maioria das Unidades de Ensino Superior, é deficiente e prejudica o bom aproveitamento, notadamente nas disciplinas experimentais. O número de horas de aula é reduzido e muitas vezes não se consegue abranger todo o programa, inclusive causando uma abordagem precária dos conceitos teóricos.

A disciplina de Química Orgânica Experimental II, da

forma como é normalmente ministrada, compreende em média, treze preparações por período, realizadas simultaneamente por todos os alunos. A pesquisa bibliográfica é também pouco incentivada e a discussão dos conceitos teóricos associados às práticas limita-se, na maioria dos casos, à prévia exposição do professor.

Em vista desta realidade, resolvemos alterar a metodologia empregada no ensino da disciplina, com o objetivo de permitir o treinamento prático mais adequado dos alunos de graduação e promover melhor integração com as disciplinas teóricas relacionadas. Como a teoria tem sido historicamente desenvolvida para explicar os fatos experimentais, achamos que a melhor maneira de fixar os conceitos teóricos seria a partir da análise dos resultados obtidos nas experiências. Devido ao tempo limitado para a abordagem das principais características envolvidas nos vários tipos de reação, propomos a realização de sínteses diferentes para cada aluno, abrangendo todavia, em cada aula, a mesma classe de reação. Espera-se desta forma, aumentar o contacto com os sistemas principais de reação por meio do intercâmbio entre os colegas e reforçar os conceitos teóricos envolvidos, através das discussões dos resultados.

DESCRIÇÃO DA DISCIPLINA

O novo conteúdo abrange os tipos principais de reações, habitualmente empregadas nas sínteses realizadas durante o período letivo (15 sessões de 4 horas). A Tabela I contém as classes de reações abordadas e alguns exemplos dos substratos utilizados.

Para cada classe, são selecionadas sínteses de substâncias diferentes, tendo em vista uma série de fatores:

- Permitir ampla discussão dos conceitos teóricos envolvidos. Como exemplo, citamos as reações de nitração de compostos aromáticos (Tabela I), que permite a discussão mais concreta do mecanismo da reação e dos efeitos dos grupos substituintes na reatividade dos substratos e na orientação do ataque eletrofílico. A explicação e a compreensão destes conceitos são facilitadas porque se pode relacionar os diferentes substratos com as respectivas condições de reação.
- As substâncias a serem sintetizadas devem ser conhecidas e a sua preparação amplamente testada, incluindo a etapa de purificação e caracterização. Embora os métodos físicos de análise orgânica, tais como a espectroscopia no infra-vermelho e de ressonância magnética nuclear, são também utilizados na caracterização dos compostos preparados, procuramos empregar, sempre que possível, testes químicos de análise, além de determinação de ponto de fusão ou de ebulição, quando for o caso. Os testes químicos incluem principalmente as reações de identificação de grupos funcionais criados durante a reação, além da preparação de derivados. Entendemos que os alunos que cursam esta disciplina não foram ainda sufi-

cientemente informados a respeito da teoria e interpretação dos resultados fornecidos pelas análises através de métodos físicos. Desta forma, a análise das substâncias através de grupos funcionais tem sido a mais indicada neste estágio.

- As reações envolvidas devem fornecer um rendimento satisfatório em produtos puros, para que o aluno não se sinta desmotivado durante o processo de aprendizagem.
- São escolhidas reações de acordo com a disponibilidade de reagentes e aparelhagem.
- O tempo da operação deve ser compatível com o número de horas disponíveis em cada sessão. Quando a preparação necessitar de um tempo maior do que as quatro horas normalmente reservadas à aula experimental, recomenda-se interromper a reação em um estágio tal que não prejudique o rendimento final do produto de síntese.
- São excluídas as preparações que envolvam a utilização de materiais altamente tóxicos ou operações sujeitas a riscos excessivos.

Devido a estas limitações, algumas classes de reação correspondem a um número reduzido de exemplos. Quando isto ocorre, mais de um aluno realiza a síntese do mesmo composto. Eles são então, encorajados a escolher diferentes procedimentos, que permitam a comparação e a discussão dos resultados obtidos. A síntese de um mesmo composto é também importante quando o produto deve ser utilizado como reagente em outras reações.

No caso de turmas com mais de 10 alunos recomenda-se, por razões de segurança, executar o trabalho por duplas de alunos e com a presença de dois professores.

OBJETIVOS

Os objetivos da disciplina foram ampliados de modo a:

1. Permitir aos alunos a realização do maior número possível de sínteses sem aumento da carga horária semanal.
2. Permitir uma compreensão melhor da teoria através da crítica dos procedimentos experimentais e dos resultados obtidos durante as experiências.
3. Incentivar a pesquisa bibliográfica e a discussão sobre a viabilidade operacional da síntese no laboratório.
4. Enfatizar a importância da coleta de dados experimentais para a sistematização de conhecimentos.
5. Introduzir o hábito de purificação, secagem e caracterização de todos os produtos obtidos no laboratório.
6. Introduzir a prática de sínteses orgânicas através de reações em seqüência.

TABELA I

Reações Recomendadas (neste trabalho) para a Disciplina de Química Orgânica Experimental II

Tipo de Reação	Exp. Nº	Substrato	Produto	Condições de Reação	Duração da Prática
Nitração	A ₁	benzeno	nitro-benzeno	HNO ₃ ; H ₂ SO ₄ (60°C; 60 minutos)	4 horas
	A ₂	nitro-benzeno	<i>m</i> -dinitro-benzeno	HNO ₃ fum. a; H ₂ SO ₄ (100°C; 45 minutos)	4 horas
	A ₃	acetanilida	<i>p</i> -nitro-acetanilida	HNO ₃ ; H ₂ SO ₄ ; CH ₃ COOH (10°C; 30 minutos)	2 horas
	A ₄	fenol	2,4,6-trinitro-fenol	1) H ₂ SO ₄ (100°C; 30 minutos) 2) HNO ₃ (100°C; 120 minutos)	4 horas
	A ₅	benzoato de metila	<i>m</i> -nitrobenzoato de metila	HNO ₃ ; H ₂ SO ₄ (15°C; 30 minutos)	2 horas
Outras substituições eletrofílicas em aromáticos	B ₁	anilina	ácido sulfanílico	H ₂ SO ₄ (8% SO ₃) (190°C; 60 minutos)	3 horas
	B ₂	acetanilida	<i>p</i> -bromo-acetanilida	Br ₂ ; CH ₃ COOH (25°C; 5 minutos)	3 horas
	B ₃	benzeno	bromo-benzeno	Br ₂ ; Fe (40°C; 120 minutos)	4 horas
	B ₄	cloreto de benzoila + benzeno	benzofenona	AlCl ₃ (refluxo; 60 minutos)	5 horas
	B ₅	resorcinol + anidrido acético	2,4-dihidroxi-acetofenona	ZnCl ₂ ; CH ₃ COOH (140°C; 25 minutos)	3 horas
Substituições nucleofílicas em alifáticos	C ₁	ácido cloroacético	ácido 2-amino-acético	(NH ₄) ₂ CO ₃ ; NH ₄ OH (25°C; 12 horas)	4 horas
	C ₂	álcool alílico	brometo de alila	HBr; H ₂ SO ₄ (destilação)	4 horas
	C ₃	1-propanol	1-cloro-propano	HCl; ZnCl ₂ (refluxo; 120 minutos)	4 horas
	C ₄	iodeto de metila + 2-naftol	éter metil-2-naftílico	KOH; CH ₃ OH (refluxo; 10 minutos)	3 horas
Esterificação	D ₁	ácido salicílico + anidrido acético	ácido acetil-salicílico	H ₂ SO ₄ (50°C; 30 minutos)	3 horas
	D ₂	cloreto de benzoila + fenol	benzoato de fenila	NaOH (10%) (25°C; 20 minutos)	2 horas
	D ₃	ácido benzóico + metanol	benzoato de metila	H ₂ SO ₄ (refluxo; 180 minutos)	5 horas
	D ₄	ácido cinâmico + metanol	cinamato de metila	H ₂ SO ₄ (refluxo; 240 minutos)	8 horas
	D ₅	ácido acético + etanol	acetato de etila	H ₂ SO ₄ (destilação a 135-140°C)	4 horas

TABELA I (cont.)

Tipo de Reação	Exp. Nº	Substrato	Produto	Condições de Reação	Duração da Prática
Outras substituições acídicas	E ₁	<i>p</i> -nitro-acetanilida	<i>p</i> -nitro-anilina	H ₂ SO ₄ (70%) (refluxo; 20 minutos)	2 horas
	E ₂	anidrido acético + anilina	acetanilida	CH ₃ COOH; CH ₃ COONa (25°C; 15 minutos)	2 horas
	E ₃	cloreto de benzoila	benzamida	NH ₃ (25°C; 10 minutos)	2 horas
	E ₄	ácido benzóico	cloreto de benzoila	SOCl ₂ (refluxo; 60 minutos)	4 horas
	E ₅	ácido adípico	ciclo-pentanona	Ba(OH) ₂ (destilação; 285-295°C)	4 horas
Adição A C C	F ₁	cinamato de etila	2,3-dibromo-3-fenil-propionato de etila	Br ₂ ; CCl ₄ (25°C)	3 horas
	F ₂	benzalacetofenona	óxido de benzalacetofenona	H ₂ O ₂ (30%); NaOH (5%) (20°C; 20 minutos)	2 horas
	F ₃	acrilonitrila	2-etoxi-propionitrila	etanol; NaOH (2%) (25°C; 120 minutos)	4 horas
	F ₄	estireno	poliestireno	peróxido de benzoila (25°C)	1 hora
	F ₅	<i>p</i> -benzoquinona + antraceno	aduto de <i>p</i> -benzoquinona- antraceno	refluxo; 45 minutos	2 horas
Adição A C O	G ₁	ciclo-hexanona	ciclo-hexanoxima	NH ₂ OH.HCl; Na ₂ CO ₃	2 horas
	G ₂	aldeido benzoico	benzoina	NaCN (refluxo; 60 minutos)	2 horas
	G ₃	aldeido benzoico + anidrido acético	ácido cinâmico	CH ₃ COOK (180°C; 3 horas)	5 horas
	G ₄	aldeido benzoico + acetofenona	benzalacetofenona	NaOH (10%) (25°C; 90 minutos)	3 horas
	G ₅	<i>o</i> -fenilen- <i>o</i> -diamina + benzila	2,3-difenil-quinoxalina	refluxo; 30 minutos	2 horas
Eliminação	H ₁	ciclo-hexanol	ciclo-hexeno	H ₂ SO ₄ (desilação)	4 horas
	H ₂	1-fenil-etanol	estireno	KHSO ₄ ; Cu (200-220°C)	4 horas
	H ₃	2,3-dibromo-3-fenil- propionato de etila	ácido fenil-propiólico	KOH; CH ₃ CH ₂ OH (refluxo; 5 horas)	8 horas
	H ₄	benzamida	benzonitrila	P ₂ O ₅ (destilação)	4 horas

TABELA I (cont.)

Tipo de Reação	Exp. Nº	Substrato	Produto	Condições de Reação	Duração da Prática
Oxidações	I ₁	2-propanol	acetona	K ₂ Cr ₂ O ₇ /H ₂ SO ₄ (destilação)	3 horas
	I ₂	ciclo-hexanol	ácido adípico	HNO ₃ (70°C)	3 horas
	I ₃	ciclo-hexanol	ciclo-hexanona	Na ₂ Cr ₂ O ₇ ; CH ₃ COOH(60°C; 30 minutos)	3 horas
	I ₄	tolueno	ácido benzoico	KMnO ₄ (refluxo; 3 horas)	5 horas
	I ₅	benzoína	benzila	HNO ₃ (100°C; 90 minutos)	3 horas
Redução	J ₁	nitro-benzeno	anilina	Sn; HCl (100°C; 60 minutos)	8 horas
	J ₂	<i>m</i> -dinitro-benzeno	<i>m</i> -nitro-anilina	Na ₂ S ₂ (100°C; 40 minutos)	4 horas
	J ₃	acetofenona	1-fenil-etanol	NaBH ₄ (50°C; 15 minutos)	4 horas
	J ₄	ciclo-pentanona	ciclo-pentanol	Na; éter aquoso (35°C)	7 horas
	J ₅	benzofenona	benzopinacol	2-propanol; CH ₃ COOH (luz solar)	1 semana
Rearranjo	K ₁	benzila	ácido benzílico	KOH; CH ₃ CH ₂ OH (refluxo; 20 minutos)	3 horas
	K ₂	benzopinacol	benzopinacolona	CH ₃ COOH (refluxo; 40 minutos)	2 horas
	K ₃	ciclo-hexanoxima	E-caprolactama	H ₂ SO ₄ (85%) (25°C; 10 minutos)	3 horas
	K ₄	ftalimida	ácido antranílico	Br ₂ ; NaOH (0°C; 15 minutos)	4 horas
Reação via sal de diazônio	L ₁	<i>p</i> -nitro-anilina	vermelho de monolite	1) NaNO ₂ ; HCl (5°C) 2) 2-naftil (5°C)	2 horas
	L ₂	<i>p</i> -nitro-anilina	<i>p</i> -iodo-nitro-benzeno	1) NaNO ₂ ; HCl (5°C) 2) KI	2 horas
	L ₃	anilina	fenol	1) NaNO ₂ ; H ₂ SO ₄ (5°C) 2) H ₂ O (60°C)	8 horas
	L ₄	<i>m</i> -nitro-anilina	<i>m</i> -nitro-fenol	1) NaNO ₂ ; H ₂ SO ₄ (5°C) 2) refluxo	4 horas
	L ₅	ácido antranílico	ácido <i>o</i> -cloro-benzóico	1) NaNO ₂ ; H ₂ SO ₄ (5°C) 2) Cu ₂ Cl ₂	5 horas

DISCUSSÃO DA METODOLOGIA E RESULTADOS

Inicialmente apresenta-se o curso, esclarecendo seus objetivos e dando ênfase às normas de segurança. O primeiro contacto entre professor e alunos é muito importante para que se atinja os objetivos propostos. Uma grande parcela dos alunos encontra dificuldade em procurar respostas às suas indagações, tanto em nível teórico como prático. Perguntas ao professor do tipo: – “O que devo fazer agora?” são freqüentes. Isto é uma consequência do fato, a nosso ver, que estes alunos não foram suficientemente submetidos à situações de desequilíbrio que possibilitem o desenvolvimento de seus sentidos analítico e crítico. É bem verdade que esta falha não pode ser totalmente eliminada em um período letivo de aulas práticas e um contacto semanal pequeno. Este objetivo de longo prazo tem todavia sido perseguido também em outras disciplinas do Instituto de Química. Quando o professor por sua vez pergunta: – “Qual é a sua opinião?” ou “Vamos pensar?”, recoloca-se na função primordial de orientador de inteligências. As conclusões são necessariamente obtidas pelos alunos, orientados pelos professores, o que leva à melhor sedimentação dos conceitos envolvidos e principalmente à crítica dos procedimentos e dos objetivos a atingir.

Após o primeiro contacto, cada aluno recebe uma relação de preparações que devem ser conduzidas durante o período letivo. Os alunos são orientados então a coletar na literatura as principais informações sobre as substâncias que serão sintetizadas, tais como, a técnica de preparação, as constantes físicas de reagentes e produtos, a toxidez, os métodos de purificação e caracterização, e possíveis aplicações. Se a caracterização envolver algum dos métodos espectroscópicos de análise, recomenda-se também a pesquisa de espectros padrões dos reagentes e produtos, a fim de comparação.

As técnicas apresentadas são discutidas com o professor, o material necessário é separado e as sínteses são então efetuadas. Ao término de cada preparação, o aluno deve apresentar ao professor o material obtido devidamente purificado, acompanhado de um relatório, que deve incluir:

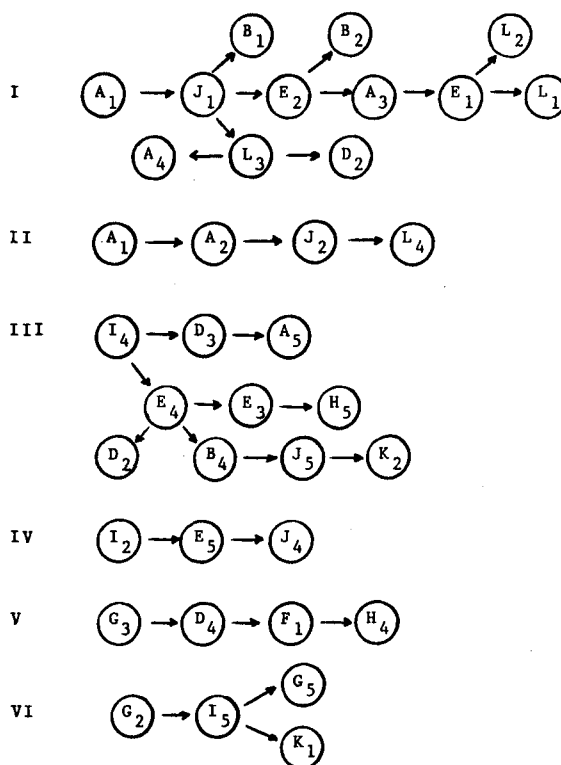
- a técnica de preparação utilizada.
- o esquema da reação.
- as reações laterais, bem como os sub-produtos possíveis.
- o mecanismo da reação.
- o método de purificação e de avaliação da pureza do produto.
- o teste químico e/ou espectroscópico utilizado na identificação do produto.
- as constantes físicas do produto observadas e comparadas com aquelas obtidas na literatura.
- as observações pessoais.

Cada preparação deve ser acompanhada de uma exposição oral posterior, feita pelo aluno, onde serão apresentados os resultados obtidos nas experiências desenvolvidas por ele e pelos colegas. É importante incentivar nestes seminários a discussão da química das reações, com o objetivo de permitir uma relação íntima entre a prática e a teoria.

Ao final do curso, cada aluno é induzido a propor um esquema de síntese para uma determinada substância, não mencionada durante o curso, com base nas reações utilizadas no período e complementando-o, quando for necessário, com um levantamento bibliográfico. No Quadro I são apresentados vários projetos sintéticos, baseados nas reações feitas pelos alunos e que estão exemplificadas na Tabela I.

QUADRO I

Projetos de Sínteses Possíveis a Partir das Reações Realizadas Durante o Período



Assim por exemplo, representamos no esquema IV (Quadro I) a síntese do ciclo-pentanol a partir do ciclo-hexanol. Poder-se-ia então, sugerir a um aluno que proponha um método de preparação do ciclo-pentadieno a partir do ciclo-hexanol (Figura 1). Os relatórios preparados durante o curso facilitam a obtenção das informações necessárias sobre as 3 primeiras etapas. Resta ao aluno propor as etapas seguintes utilizando com isso os dados obtidos na literatura. Havendo disponibilidade de tempo e material, o aluno deveria ser incentivado a realizar no laboratório as etapas propostas, discutindo posteriormente os resultados obtidos.

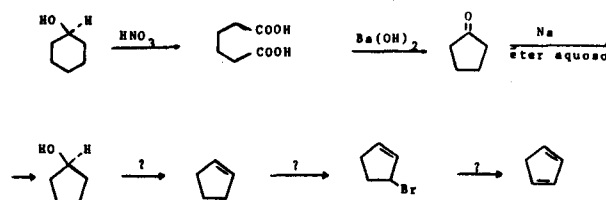


Fig. 1 – Síntese do ciclo-pentadieno a partir do ciclo-hexanol.

Esta metodologia tem como consequência despertar uma visão mais ampla das sínteses orgânicas através de reações em seqüência.

O fator relevante de todo este processo é a motivação dos alunos. O trabalho individual, a busca de informações, a troca de experiências e de vivência entre colegas e a consciência da importância do trabalho de cada um, produzem para todo o grupo resultados animadores, que se refletem fortemente no fator afetivo com consequente estímulo da capacidade analítica e crítica.

AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Os parâmetros primários de avaliação incluem o desempenho técnico, a capacidade de iniciativa e de resolução dos diferentes problemas técnicos que ocorrem, além do sentido de organização e de previsão na realização do trabalho prático.

Outros itens de avaliação englobam a capacidade expositiva e de sistematização revelada durante os seminários e testes semanais. Os últimos baseiam-se nos seminários realizados e incluem questões de conteúdo teórico e prático. Os relatórios individuais são analisados semanalmente, de modo a permitir a avaliação mais detalhada das operações de laboratório executadas. De uma maneira geral, as avaliações são amplamente favoráveis.

MATERIAL UTILIZADO

Os materiais utilizados são comumente disponíveis em laboratórios de sínteses orgânicas. São evitadas as sínteses que envolvem aparelhagens e técnicas menos acessíveis aos alunos.

CONCLUSÕES

1. Discute-se uma diferente metodologia para o curso introdutório de sínteses orgânicas baseada na realização de práticas diferenciadas por indivíduo, compreendendo os tipos principais de reações orgânicas, abrangendo um programa amplo e capaz de proporcionar uma discussão melhor dos conceitos teóricos envolvidos nas reações.
2. Este enfoque permite a abordagem mais fácil e natural dos conceitos teóricos envolvidos nas sínteses realizadas, bem como a discussão dos diferentes produtos e as condições diferentes empregadas nas suas preparações.
3. A consequência da aplicação desta metodologia é a maior motivação dos alunos e melhor organização e planejamento dos trabalhos.
4. A diversidade das reações utilizadas leva ao aproveitamento mais adequado dos estoques de reagentes e do uso da aparelhagem existente no laboratório.
5. A consequência talvez mais importante, é a facilidade crescente observada nos alunos em associar as explicações conceituais adquiridas nos textos e exposições orais aos fatos experimentais.

Nossos agradecimentos à valiosa contribuição do Prof. Ricardo Bicca de Alencastro - IQ/UFRJ revisor do texto, e aos alunos do Instituto de Química da UFRJ.

BIBLIOGRAFIA

Os livros abaixo são normalmente consultados por nossos alunos.

- 1 A.L. Vogel, "Textbook of Practical Organic Chemistry", 4th ed., Longman, London, 1978, 1368p.
- 2 M.R. Robertson, T.L. Jacobs, "Laboratory Practice of Organic Chemistry", 4th ed., Mc Millan Co., New York, 1962, 383 p.
- 3 J.S. Swinehart, "Organic Chemistry: An Experimental Approach", Meridith Co., New York, 1969, 599p.
- 4 R.S. Monson, "Advanced Organic Synthesis: Methods and Techniques", Academic Press, New York, 1972, 203p.
- 5 R.M. Roberts, J.C. Gilbert, L.B. Rodewald, A.S. Winarove, "An Introduction to Modern Experimental Organic Chemistry", Holt-Rinehart and Winston Co., New York, 1969, 388p.
- 6 A. Ault, "Techniques and Experiments for Organic Chemistry", 3th ed., Allyn and Bacon Inc., Boston, 1973, 442p.
- 7 L.F. Fieser, "Experimentos de Química Orgânica", Editorial Reverté S.A., Barcelona, 1967, 460p.
- 8 J. Baldwin, "Experimental Organic Chemistry", 2nd ed. Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1970, 197p.
- 9 M.C. Caserio, "Experimental Organic Chemistry", W.A. Benjamin Inc., New York, 1967, 204p.
- 10 D.H. Rosenblatt, G.T. Davis, "Laboratory Course in Organic Chemistry", 2nd ed., Allyn and Bacon Inc., Boston, 1973, 452p.
- 11 M.N. Khromkina, "Laboratory Manual of Organic Synthesis", Mir Publishers, Moscow, 1980, 341p.
- 12 E.B. Mano, A.P. Seabra, "Práticas de Química Orgânica", Edart, São Paulo, 1969, 228p.
- 13 J.A. Miller, E.F. Neuzil, "Modern Experimental Organic Chemistry", D.C. Heath Co., 1982, 722p.
- 14 H.J.C. Neves, S. Prabhakar, "Curso Prático de Sínteses Orgânicas", 2ª ed., Universidade Nova Lisboa, Lisboa, 1977, 127p.
- 15 M.J. Batista, "Segurança em Laboratórios Químicos", Universidade Nova Lisboa, 1979, 111p.
- 16 Grupo de Autores, "Organikum - Química Orgânica Experimental", Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 1965, 853p.
- 17 C. Weygand, "Organic Preparations", Interscience Pub. Inc., New York, 1945, 543p.
- 18 R.B. Wagner, H.D. Zook, "Synthetic Organic Chemistry", John Wiley, New York, 1953, 887p.
- 19 "Organic Synthesis", Colletive vols. I-III, V, John Wiley, New York, 1948-1955.
- 20 "The Merck Index", 8th ed., Merck and Col, Inc., Rahway, New Jersey, 1968.
- 21 R.C. Weast, J.J. Astle, "Handbook of Chemistry and Physics", 60th ed., Chemical Rubber Publishing Co., Cleveland Ohio, 1979-1980.