

- <sup>40</sup> Feltre, R.; "Química"; Moderna; São Paulo (1983); vol. 2; p. 304.
- <sup>41</sup> Nabuco, J.R.P.; Barros, R.V.; "Físico-Química"; Ao Livro Técnico; Rio de Janeiro (1983); p. 164.
- <sup>42</sup> Nogueira, N.A.C.; Macedo, M.U.; "Química: curso completo"; Nacional; São Paulo (1980); p. 181.
- <sup>43</sup> Novais, V.L.D.; "Físico-Química"; Atual, São Paulo (1982); p. 251.
- <sup>44</sup> Sardella, A.; Mateus, A.; "Físico-Química"; Ática; São Paulo (1984); p. 218.
- <sup>45</sup> Carvalho, G.C.; "Aulas de Química"; Nobel; São Paulo, (1981); vol. 2; p. 192.
- <sup>46</sup> Crepaldi, F.J.; Taranto, J.M.; "Química"; Lê; Belo Horizonte (1982); vol. 2; p. 225.
- <sup>47</sup> Politi, E.; "Química", 3ª ed.; Moderna; São Paulo (1982); p. 252.
- <sup>48</sup> Silva, E.B.; Silva, R.H.; "Curso de Química"; Harper & Row; São Paulo (1980); vol. 2; p. 401.
- <sup>49</sup> Silva, R.H.; Silva, E.B.; "Princípios básicos de Química"; Harper & Row; São Paulo (1982); vol. 2; p. 218.
- <sup>51</sup> Nehmi, V.A.; "Química", 12ª ed.; Átomo; São Paulo (1984); vol. 2.
- <sup>50</sup> Aichinger, E.C.; Bach, S.W.; Moreira, D.R.; "Química Básica 3 (Físico-Química)"; E.P.U.; São Paulo (1981).
- <sup>52</sup> De Lange, A.M.; *Spectrum (Pretoria)* (1982) 20, 5.
- <sup>53</sup> Ausubel, D.; Novak, J.D.; Hanesian, H.; "Psicologia Educacional", 2ª ed.; trad. de E. Nick et al.; Interamericana; Rio de Janeiro (1980); p. 3 e 20.
- <sup>54</sup> *Ibid.*; p. 21.
- <sup>55</sup> *Ibid.*; p. 23.
- <sup>56</sup> Rocha-Filho, R.C.; *Ci. e Cult.* (1987), 39, 768.

## EDUCAÇÃO

### UMA METODOLOGIA PARA LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DISCIPLINAS EXPERIMENTAIS DE QUÍMICA II

Análise dos conteúdos de disciplinas das áreas de Química Inorgânica e Orgânica

Mário Tolentino, Roberto Ribeiro da Silva, Romeu C. Rocha-Filho e Alberto N. Senapeschi

*Departamento de Química – UFSCar; C. Postal 676; 13560 – São Carlos (SP)*

Recebido em 17/2/88

#### ABSTRACT: A METHODOLOGY FOR SURVEY AND ANALYSIS OF EXPERIMENTAL CHEMISTRY COURSES. II. ANALYSIS OF COURSE CONTENTS IN THE AREAS OF INORGANIC AND ORGANIC CHEMISTRY.

The second part of a methodology for the analysis of the teaching conditions of experimental chemistry, aiming at its evaluation and improvement at the university level, is reported. Thus, a table of the content of each course of the areas of Inorganic and Organic Chemistry of Ufscar's B. Sc. degree in chemistry is reported. These tables, not having a same pattern of organization, permitted the characterization of what is done, how it is done and in what context; in this way, the educational objectives of each of these courses could be clearly identified.

#### INTRODUÇÃO

Conforme mencionado anteriormente<sup>1</sup>, como parte de iniciativas visando a melhoria do ensino de Química no 3º Grau, foi desenvolvida uma metodologia de levantamento e análise de disciplinas experimentais. Parte desta metodologia – análise de habilidades experimentais – foi relatada no trabalho supracitado, tendo permitido a

obtenção de dois resultados principais: um relacionado à otimização de recursos e outro à melhoria propriamente dita do ensino experimental.

Ainda, desta análise verificou-se a necessidade de se examinar a pertinência e a relevância de cada experiência realizada nas diferentes disciplinas. Para tal foi feito um estudo adicional aprofundado dos respectivos conteúdos, completando a metodologia que está sendo relatada. Como as disciplinas das diferentes áreas têm características distintas, este estudo não seguiu um padrão único, mas foi adequado a cada caso.

Nesse trabalho relata-se os resultados obtidos da aplicação desta segunda parte da metodologia para as disciplinas das áreas de Química Inorgânica e Orgânica, sendo que para as outras áreas serão relatados oportunamente. Ressalta-se que as disciplinas em questão fazem parte do elenco de disciplinas dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Química da Universidade Federal de São Carlos.

#### METODOLOGIA E RESULTADOS

A análise do conteúdo dos experimentos das disciplinas de cada uma das duas áreas foi feita em reuniões semanais entre os autores do presente trabalho e os professores res-

ponsáveis pela oferta (nos últimos anos) das disciplinas em análise. Esta análise resultou em quadros analíticos específicos para cada disciplina: Química Inorgânica Experimental (Quadro 1), Química de Coordenação Experimental

(Quadro 2), Química Orgânica Experimental 1 (Quadro 3) e Química Orgânica Experimental 2 (Quadro 4).

Cada uma destas disciplinas tem carga horária de 60 horas-aula.

**Quadro 1.** Análise do conteúdo das experiências da disciplina "Química Inorgânica Experimental" dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Química da UFSCar.

Exp. Nº	Grupo Tabela Periódica	Substâncias Obtidas	Técnicas Envolvidas	Conceitos Teóricos Envolvidos	Tipos de Reações de Caracterização	Tipos de Reações de Obtenção
01		Hidrogênio gasoso	produção e coleta de gás. eletrólise	<ul style="list-style-type: none"> <li>- série eletroquímica</li> <li>- ácidos oxidantes e não-oxidante.</li> <li>- propriedades reductoras do hidrogênio</li> <li>- leis de Faraday</li> <li>- anfoterismo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- redução de óxido metálico.</li> <li>- reação de combinação com oxigênio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- metal-ácido, ou</li> <li>- metal-base, ou</li> <li>- decomposição eletrolítica</li> </ul>
02	VII	cloro gasoso cloreto de hidrogênio bromo gasoso brometo de hidrogênio	produção e coleta de gás. eletrólise	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ácidos de Arrhenius</li> <li>- série eletroquímica</li> <li>- leis de Faraday</li> <li>- produto de solubilidade.</li> <li>- toxidez de substâncias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ionização</li> <li>- desproporcionamento hidrolítica</li> <li>- metal-ácido</li> <li>- precipitação</li> <li>- toque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- decomposição eletrolítica.</li> <li>- sal-ácido</li> <li>- óxido-ácido</li> <li>- óxido-sal</li> </ul>
03	VI	oxigênio gasoso sulfeto de hidrogênio dióxido de enxofre ácido sulfuroso peróxido de hidrogênio.	produção e coleta de gás. eletrólise	<ul style="list-style-type: none"> <li>- leis de Faraday</li> <li>- ácidos de Arrhenius</li> <li>- catálise</li> <li>- propriedades oxidantes do peróxido de hidrogênio.</li> <li>- produto de solubilidade.</li> <li>- toxidez de substâncias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- oxidação de metais</li> <li>- precipitação</li> <li>- oxidação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- decomposição térmica.</li> <li>- decomposição eletrolítica.</li> <li>- sal-ácido</li> <li>- decomposição catalítica óxido-ácido</li> </ul>
04	V	amônia ácido nítrico ácido fosfórico dióxido de nitrogênio. nitrogênio nitreto de magnésio	produção e coleta de gás.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ácidos de Arrhenius</li> <li>- propriedades oxidantes.</li> <li>- solvatação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- redução de óxido metálico.</li> <li>- oxidação de metais</li> <li>- precipitação</li> <li>- complexação</li> <li>- metal-amônia</li> <li>- titulação ácido-base</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sal-base</li> <li>- sal-ácido</li> <li>- fósforo-ácido</li> <li>- metal-nitrogênio</li> </ul>
05	VI	nitrito de chumbo dióxido de carbono ácido carbônico cloreto de chumbo ácido silfício acetileno	produção e coleta de gás. coleta de precipitado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ácidos de Arrhenius</li> <li>- ácidos e bases de Bronsted.</li> <li>- produto de solubilidade.</li> <li>- série eletroquímica</li> <li>- ácido oxidante</li> <li>- toxidez de substâncias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- precipitação</li> <li>- ionização</li> <li>- adição a alcinos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- decomposição térmica.</li> <li>- sal-ácido</li> <li>- metal-ácido</li> <li>- óxido-ácido</li> <li>- ácido-base</li> </ul>
	III	alúmen de potássio ácido bórico hidróxido de alumínio cloreto de alumínio nitrito de alumínio borato de metila aluminato de sódio	coleta de precipitado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sais duplos</li> <li>- precipitação ácido</li> <li>- reações exotérmicas e endotérmicas.</li> <li>- adsorção</li> <li>- catálise</li> <li>- hidrólise</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- precipitação</li> <li>- teste chama</li> <li>- complexação</li> <li>- adsorção de corantes (hidróxido de alumínio e violeta de metila).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sal-sal</li> <li>- metal-base</li> <li>- ácido-base</li> <li>- ácido+poliálcool</li> <li>- sal-base</li> <li>- metal-ácido</li> <li>- sal+álcool</li> </ul>

(continua)

(continuação)

Exp. Nº	Grupo Tabela Periódica	Substâncias Obtidas	Técnicas Envolvidas	Conceitos Teóricos Envolvidos	Tipos de Reações de Caracterização	Tipos de Reações de Obtenção
07	II I	bicarbonato e carbonato de sódio. hipoclorito de cálcio cloreto de potássio hidróxidos d sulfetos de M.A. e Alc. T. cloretos óxidos lítio	coleta de precipitado. eletrólise	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dissociação</li> <li>- produto de solubilidade.</li> <li>- lei de Le Chatelier</li> <li>- propriedades oxidantes do hipoclorito</li> <li>- leis de Faraday</li> <li>- hidrólise</li> <li>- base de Arrhenius</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- precipitação</li> <li>- teste chama</li> <li>- dissolução de precipitado</li> <li>- complexação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sal-ácido</li> <li>- decomposição térmica.</li> <li>- metal-oxigênio</li> <li>- metal-ácido</li> <li>- sal-base</li> <li>- halogênio (Cl<sub>2</sub>)</li> <li>- base decomposição eletrolítica.</li> <li>- sal-C-S - obtenção de pólvora.</li> </ul>
	Metais Transição (1ª fila Sc ao Zn)	cloreto e hidróxido de manganês. manganato de potássio. sulfetos carbonatos hidróxidos de ferro, níquel, manganês, cobalto e cobre. íon hexaaquocobalto (II). íon hexaamincobre (II). íon hexaaminníquel (II). hidróxido de zinco tetrahidroxizinc (II) cobre metálico acetato de cromo dicromato de potássio cromato de chumbo	coleta de precipitado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- óxido-redução</li> <li>- toxidez de substâncias.</li> <li>- catálise</li> <li>- produto de solubilidade.</li> <li>- princípio de Le Chatelier.</li> <li>- hidrólise</li> <li>- série eletroquímica</li> <li>- equilíbrio químico</li> <li>- anfoterismo</li> <li>- ácido-base de Lewis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- complexação</li> <li>- oxidação</li> <li>- precipitação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sal-base</li> <li>- base-oxigênio</li> <li>- sal-ácido</li> <li>- decomposição eletrolítica.</li> <li>- decomposição térmica.</li> <li>- sal-água</li> <li>- metal-sal</li> </ul>

Quadro 2. Análise do conteúdo das experiências da disciplina "Química de Coordenação Experimental" do curso de Bacharelado em Química da UFSCar.

Exp.	Elemento Metálico	Agente Precipitante	Agente Complexante	Técnica Envolvida	Teoria Subjacente	Testes de Caracterização
01	mercúrio (II)	iodeto	iodeto	reação em tubo de ensaio	produto de solubilidade, teoria de Werner	
02	prata (I)	haletos	amônia tiosulfato	reação em tubo de ensaio	produto de solubilidade, teoria de Werner	
03	cobre (II)	hidróxido	amônia	reação em tubo de ensaio	produto de solubilidade, teoria de Werner, omose inversa.	
04	ferro (II) e (III)	cianeto	cianeto	reação em tubo de ensaio	teoria de Werner, produto de solubilidade, oxirredução	
05	ferro (III)	sulfeto	-	reação em tubo de ensaio	teoria de mascaramento, comportamento do ferro (III) hidratado e complexado.	

(continua)

Exp.	Elemento Metálico	Agente Precipitante	Agente Complexante	Técnica Envolvida	Teoria Subjacente	Testes de Caracterização
06	alumínio	hidróxido —	hidróxido ácido tartárico	reação em tubo de ensaio	teoria de Werner, produ- to de solubilidade, teoria de mascaramento.	
07	zinco	hidróxido —	hidróxido ácido tartárico	reação em tubo de ensaio	teoria de Werner, produ- to de solubilidade, teoria de mascaramento.	
08	ferro (III) cromo (III)	hidróxido —	ácido tartárico	reação em tubo de ensaio	teoria de Werner, produ- to de solubilidade, teoria de mascaramento.	
09	cobalto (II)	— —	água cloreto	—	teoria de Werner	
10	cobalto (II)		tiocianato água	reação em tubo de ensaio	teoria de Werner, coefi- ciente de partição, equi- líbrio químico.	
11	cobalto (IV)		nitrito	síntese de comple- xo (reagente analí- tico para $K^+$ e $NH_4^+$ )	teoria de Werner, oxi-re- dução, produto de solu- bilidade.	
12	cobalto (II) e (III) níquel (II)	cianeto cianeto	cianeto cianeto	reação em tubo de ensaio	produto de solubilidade, teoria de Werner, oxi-re- dução, teoria do campo cristalino.	
13	níquel (II)	hidróxido	amônia	síntese e isolamen- to de complexo	produto de solubilidade, teoria de Werner, rendi- mento, labilidade e inér- cia.	estabilidade em fun- ção de pH e térmica.
14	cobalto (II)	hidróxido	amônia	síntese e isolamen- to de complexo	produto de solubilidade, teoria de Werner, rendi- mento, labilidade e inér- cia.	estabilidade em fun- ção de pH e térmica
15	níquel (II) cobalto (II)	hidróxido	amônia dimetilglioxima	reação em tubo de ensaio	produto de solubilidade, teoria de Werner, quela- ção.	
16	alumínio (III) zinco (II) cromo (III)	hidróxido	amônia	reação em tubo de ensaio	produto de solubilidade, teoria de Werner, equi- líbrio químico.	
17	manganês (II) e (VII)	—	bismutato	reação em placa de estoque	oxi-redução, teoria de Werner.	
18	cádmio (II)	hidróxido cianeto	amônia cianeto	reação em tubo de ensaio	produto de solubilidade teoria de Werner.	
19	estanho (II) e (IV)	hidróxido	hidróxido cloreto/potássio	reação em tubo de ensaio	produto de solubilidade, teoria de Werner, oxi-re- dução.	caráter redutor do Sn(II), testado por Hg(II).
20	titânio (IV), (III) e (IV)	hidróxido	hidróxido	reação em tubo de ensaio	produto de solubilidade, teoria de Werner, oxi-re- dução.	caráter oxidante do Ti(IV), testado por Zn(O). formação de pertita- nato.

(continua)

Exp.	Elemento Metálico	Agente Precipitante	Agente Complexante	Técnica Envolvida	Teoria Subjacente	Testes de Caracterização
21	cromo (III) e (IV)		cloreto	reação em tubo de ensaio. síntese e isolamento de complexos.	teoria de Werner, reação de substituição em complexos.	
22	cobalto (II) e (III)		carbonato e amônia	síntese e isolamento de complexos.	teoria de Werner, estequiometria, labilidade e inércia, rendimento, teoria do campo cristalino, oxi-redução, teoria de mascaramento.	reação do complexo com ácido e com bário (mascaramento de $\text{CO}_3^{2-}$ ).
23	cobalto (II) e (III)		etilenodiamina e cloreto	síntese e isolamento de complexos cis e trans.	teoria de Werner, estequiometria, quelação, labilidade e inércia, isomeria cis-trans, teoria do campo cristalino, oxi-redução, polaridade/solubilidade.	solubilidade em água
24	cromo (III)		glicina	síntese e isolamento de um quelato.	teoria de Werner, efeito quelante, estequiometria, teoria do campo cristalino.	
25	cromo (III)		acetilacetona	síntese e isolamento de um quelato.	teoria de Werner, efeito quelante, estequiometria, teoria do campo cristalino, polaridade/solubilidade.	solubilidade em água e em solventes orgânicos.
26	cobalto (II) e (III)		oxalato	síntese e isolamento de um quelato.	oxi-redução, efeito quelante, estequiometria, teoria do campo cristalino, rendimento, teoria de Werner.	
27	cobalto (III)		etilenodiamina	síntese e isolamento de complexos enantioméricos.	efeito quelante, isomeria ótica, teoria do campo cristalino, rendimento, teoria de Werner.	medida da atividade ótica com polarímetro.

Quadro 3. Análise do conteúdo das experiências da disciplina "Química Orgânica Experimental 1" dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Química da UFSCar.

Experiência nº	Funções Envolvidas	Tipo de Reação Orgânica	Técnica Envolvida	Conceitos Teóricos Envolvidos
01	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ácido</li> <li>- amina</li> <li>- fenol</li> <li>- hidrocarboneto aromático</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ácido-base</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- extração líquido-líquido</li> <li>- sublimação</li> <li>- secagem de sólidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- acidez e basicidade de compostos orgânicos</li> <li>- conceito de partição</li> <li>- purificação por sublimação</li> <li>- cálculo de rendimento de processos.</li> </ul>
02	<ul style="list-style-type: none"> <li>- alceno</li> <li>- álcool</li> <li>- di-haleto de alquila</li> <li>- vicinal</li> <li>- glicol</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- desidratação</li> <li>- bromação</li> <li>- hidroxilação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- destilação fracionada</li> <li>- extração líquido-líquido</li> <li>- secagem de soluções orgânicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cálculo de rendimento de reação</li> <li>- pressão de vapor de líquidos</li> <li>- reação de eliminação</li> <li>- azeotropia</li> <li>- ação de agentes dessecantes</li> <li>- reação de adição eletroflúca</li> <li>- reação de adição oxidativa</li> </ul>

(continua)

Experiência nº	Funções Envolvidas	Tipo de Reação Orgânica	Técnica Envolvida	Conceitos Teóricos Envolvidos
03	– fenol – nitrofenol	– substituição eletrofílica aromática	– destilação por arraste vapor – purificação de fenóis mono-substituídos. – decantação	– substituição eletrofílica aromática – efeitos de substituintes na subst. eletrofílica arom. – interações intra e inter moleculares – cálculo de rendimento de reações acidez e basicidade de fenóis
04	– álcool – cetona	– oxidação	– destilação simples – extração líquido-líquido – secagem de líquido orgânicos	– reação de oxidação – conceito de partição – pressão de vapor de líquidos – ação de agentes dessecantes
05	– haleto de alquila – álcool – alceno	– substituição nucleofílica uni/bi-molecular – eliminação uni/bi-molecular	– destilação fracionada – refluxo – extração líquido-líquido – secagem de soluções orgânicas – destilação simples	– reação de substituição e eliminação. – conceito de partição. – ação de agentes dessecantes – pressão de vapor de líquidos – efeito da força iônica sobre a solubilidade de compostos orgânicos em água. – álcoois primários e secundários. – haletos primários e secundários.
06	– ácidos carboxílicos – haletos de alquila – organometálicos	– reação de Grignard	– reações em condições anidras – extração líquido-líquido	– acidez e basicidade de compostos orgânicos. – conceito de partição – reações de organometálicos
07	– esterres – $\beta$ -cetoésteres	– condensação aldólica (condensação de Claisen-Schmidt)	– reações em condições anidras – Refluxo – Destilação à pressão reduzida	– condensação aldólica – pressão de vapor de líquidos – relação da pressão externa com a temperatura de ebulição. – equilíbrio ceto-enólico
08	– Experiência livre (outras que as realizadas anteriormente)	– livre	– planejamento e execução de uma experiência	– livre

**Quadro 4.** Análise do conteúdo das experiências da disciplina “Química Orgânica Experimental 2” do curso de Bacharelado em Química da UFSCar.

Experiência nº	Funções Envolvidas	Tipo de Reação Orgânica	Técnica Envolvida	Conceitos Teóricos Envolvidos
01	– Realizar um mínimo de 4 reações dentre as listadas	– redução – proteção de grupo funcional. – redução Wolf-Kishner – reação Canizzaro – reação de acilação no carbono.	– planejamento e execução das experiências propostas pelo próprio aluno. – consulta bibliográfica.	– pertinentes a cada tipo de experiência proposta pelo aluno.

(continua)

Experiência nº	Funções Envolvidas	Tipo de Reação Orgânica	Técnica Envolvida	Conceitos Teóricos Envolvidos
02	– realizar uma síntese de no mínimo 3 etapas.	– reação de condensação outra que Claisen-Schmidt. – reação de Michael  – Livre	– planejamento e execução de uma síntese de várias etapas.	– pertinentes à síntese proposta.

Os quadros obtidos foram submetidos à apreciação de todos os docentes de cada área específica para análise. Posteriormente, os docentes de cada área, juntamente com os autores deste trabalho discutiram os resultados apresentados.

## DISCUSSÃO

Uma das maneiras de se analisar o conteúdo do ensino que se ministra é através de uma avaliação quanto à pertinência e à relevância dos objetivos de ensino propostos para cada disciplina envolvida<sup>2</sup>. Conforme já relatado<sup>1</sup>, como os professores têm dificuldades na explicitação de objetivos de ensino, procurou-se identificar, em cada disciplina, parâmetros que permitissem a análise mencionada.

Como pode ser visto no Quadro 1, os parâmetros identificados para a análise da disciplina Química Inorgânica Experimental foram:

- grupo da tabela periódica
- substâncias obtidas
- técnicas envolvidas
- conceitos teóricos envolvidos
- tipos de reações de caracterização
- tipos de reações de obtenção

Estes parâmetros, gerais, foram escolhidos porque são aqueles que se aplicam a todas as experiências da disciplina e, portanto, permitem sua perfeita caracterização.

Dentro deste mesmo contexto, os parâmetros para a disciplina Química de Coordenação Experimental foram os apresentados no Quadro 2, a saber:

- elemento metálico estudado
- agente precipitante
- agente complexante
- técnica envolvida
- teoria subjacente
- testes de caracterização.

Após a análise destes quadros, os professores da área de Química Inorgânica concluíram que a parte referente a síntese de substâncias estava satisfatória, o que não ocorria

com aquela referente à purificação e caracterização das substâncias obtidas. Tais falhas foram atribuídas à falta de equipamentos (especificamente disponíveis para o ensino de graduação) tais como: espectrofotômetro de infravermelho, aparelho para determinação de ponto de fusão, registrador x-t etc.

Além disso, foi apontada a necessidade de se introduzir experiências envolvendo compostos organometálicos e bioinorgânicos. Para isso haveria a necessidade de aquisição de reagentes específicos, de alto custo, bem como de linhas de alto vácuo, etc. Adicionalmente apontou-se a necessidade da introdução de experiências que enfatizassem propriedades físico-químicas de complexos, tais como determinação de grandezas cinéticas, de constantes de estabilidade, de condutância etc. Neste caso, apontou-se a necessidade de simplesmente elaborar as experiências, visto já existirem os equipamentos em outros laboratórios de ensino do departamento.

Como pode ser visto nos Quadros 3 e 4, os parâmetros identificados para a análise das disciplinas Química Orgânica Experimental 1 e 2 foram:

- funções envolvidas
- tipo de reação orgânica
- técnica envolvida
- conceitos teóricos envolvidos

Após a análise desses quadros, os professores da área de Química Orgânica concluíram que havia necessidade de introduzir experiências relativas a polímeros e resinas, bem como experiências que envolvam as técnicas de cromatografia gasosa e em coluna. Também concluíram que havia necessidade de introduzir experiências sobre análise funcional orgânica. Por outro lado, os professores apontaram que as deficiências nas habilidades experimentais envolvidas nas experiências em funcionamento haviam sido sanadas durante o desenvolvimento da primeira parte<sup>1</sup> da metodologia ora descrita; mencionou-se especificamente, a compra de evaporadores rotativos, que permitiu otimizar o tempo de realização de diversas experiências, bem como ter acesso a uma técnica mais atual e segura.

Quanto à introdução de experiências relativas a polímeros e resinas; necessita-se simplesmente elaborar as experiências, pois a infraestrutura necessária está disponível. Isto não ocorre no caso das experiências sobre análise funcional

orgânica, as quais envolvem reagentes específicos de custo relativamente elevado; do mesmo modo as experiências envolvendo cromatografia gasosa pressupõem a existência do equipamento disponível para o ensino de graduação, o que infelizmente não ocorre. Portanto, estas duas últimas deficiências analisadas deverão ser sanadas através da elaboração de um projeto institucional específico (análogo àquele que gerou os resultados aqui relatados).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O planejamento do ensino através da formulação de objetivos permite uma explicitação clara do que o aluno efetivamente é capaz de fazer após o término de um programa de estudo (disciplina)<sup>3</sup>. No entanto, observou-se que os professores envolvidos no trabalho aqui descrito apresentaram dificuldades em usar objetivos de ensino. Por outro lado, os quadros aqui relatados contém parâmetros que permitem a caracterização do que é feito, como é feito e em que contexto; daí que, estes quadros configuram-se como uma alternativa aos objetivos.

Cabe ressaltar que a inclusão, nestes quadros, das técnicas envolvidas em cada experiência, apesar de se visar, em primeira instância, a análise de conteúdos, decorreu da necessidade de se explicitar o contexto em que os conteúdos são aprendidos.

Finalmente, durante a aplicação da parte da metodologia aqui relatada, dois aspectos importantes, a ela inerentes, foram ressaltados pelos professores envolvidos:

- primeiro, que os quadros por si só fazem com que a análise e discussão ocorra com base em dados concretos e não em impressões pessoais;
- segundo, que a metodologia em si faz com que os professores passem a conhecer efetivamente os recursos disponíveis em seu departamento para o ensino experimental de graduação.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à CAPES pelo apoio financeiro oferecido ao "Projeto de Melhoria do Ensino Experimental (em nível de 3º Grau)" através dos Convênios PI-438/CAPES/PADOCT-56/84, PI-97/CAPES/PADCT-59/86 e PI-325/CAPES/PADCT-179/86. Agradece-se aos diversos professores das áreas de Química Orgânica e Inorgânica, do DQ-UFSCar, que estiveram envolvidos nas atividades do projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- <sup>1</sup> Senapeschi, A.N.; Tolentino, M.; Silva, R.R.; Rocha-Filho, R.C.; *Quim. Nova*, aceito para publicação.
- <sup>2</sup> Bordenave, J.D.; Pereira, A.M.; "Estratégias de Ensino-Aprendizagem", 3ª ed.; Vozes; Petrópolis (1977); Cap. 5.
- <sup>3</sup> Silva R.R.; Botomé, S.P.; Souza D.G.; *Quim. Nova* (1986) 9, 80.