

ências com metais previamente pesados, encerrados em recipientes de vidro e submetidos a ação do fogo até a calcinação. Pesados os metais calcinados (cal), Boyle verificou que eles haviam aumentado de peso, invariavelmente, em todas as experiências feitas. Para explicar o fato sugeriu que o aumento de peso era devido à incorporação, pelo metal, dos corpúsculos do fogo que, por causa de suas velocidades, atravessavam as paredes do vidro e se incorporavam aos metais.

De imediato vê-se que Boyle considerou que o sistema reagente era fogo e metal e não ar e metal. As interpretações de fenômenos químicos semelhantes em que o ar ou gases participavam eram, conseqüentemente, errôneas, em nada contribuindo para o desenvolvimento da Química.

Caracteriza-se, aí, um impasse que somente começou a ser superado pelas experiências de Joseph Black (1728-1799), relatadas na sua Tese de Doutorado em Medicina pela Universidade de Edimburgo (1756). A partir de então a Química passou a admitir a possibilidade de que os gases podem modificar as propriedades dos sólidos.

Eis a seguir uma síntese dos experimentos de Black. Primeiro, ele aqueceu a magnésia alba (carbonato básico de magnésio) e constatou que além de se obter magnésio calcinado (óxido de magnésio) havia um desprendimento de gás. A seguir fez a magnésia alba e a magnésia calcinada reagirem, separadamente, com um mesmo ácido obtendo nas duas reações o mesmo sal. Entretanto, no sistema magnésia alba mais ácido observou a formação do mesmo gás que se desprendera na calcinação, enquanto que na reação magnésia calcinada mais ácido não houve desprendimento de gás. A conclusão que lhe pareceu evidente foi a de que o gás, que ele Black chamou, por isto mesmo, de ar fixo, era o que causava a diferenciação qualitativa entre magnésia alba e magnésia calcinada e que nada lhe parecia

“mais singular que o de achar-se uma substância, tão sutil quanto o ar, existindo na forma de uma pedra rígida, e que somente a sua presença tenha alterado tanto as propriedades da pedra”. (7).

Dos fatos históricos que foram abordados pode-se concluir que a Química começou a estruturar-se, como ciência, no impulso racionalista da revolução industrial, tendo, na segunda metade do século XVIII, se integrado ao conjunto das ciências:

- primeiro — pela aceitação geral de que as leis da Química são de natureza puramente material (Boyle);
- segundo — por se ter estabelecido de maneira definitiva, que para conhecer-se o fenômeno químico tem-se de pesquisá-lo em suas relações quantitativas;
- terceiro — que os elementos são primitivos, simples, não transmutáveis e os constituintes das substâncias compostas (Boyle);
- quarto — que o domínio do conhecimento químico abrange os três estados físicos da matéria (Joseph Black).

A Química tem, ao finalizar o século XVIII, todas as condições para definir-se na ciência das transformações

descontínuas de hoje, ou seja, das transformações que decorrem das múltiplas organizações dos átomos nas moléculas.

Todas as condições básicas estavam cumpridas para que surgissem as leis ponderais da Química e o seu modelo explicativo, o átomo.

Referências Bibliográficas

1. V. Danielevsky, História de la Técnica, Editorial Lautaro, Buenos Aires, 1947, 2ª edição, pp 17.
2. V. Danielevsky, op. cit., pp. 23.
3. André Lalande, citando Spinoza em Vocabulaire Technique et Critique de la Philosophie, Press Universitaire de France, Paris, 1947, pp. 123.
4. Henry M. Leicester, The Historical Background of Chemistry, Dover Publications, Inc. N. Y. 1956, pp. 115.
5. Claude Bernard, El Método Experimental, Espasa-Calpe Argentina S.A., Buenos Aires, 1947, pp. 154.
6. J. D. Bernal, Science in History, The M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts, 1971, vol. 2, pp. 472.
7. Henry M. Leicester, op. cit. pp. 134.

EDUCAÇÃO

O PROJETO UMBRAL: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DA QUÍMICA *

Cláudio Costa Neto,
Maria R. B. Loureiro e Hatsumi T. Nakayama

Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Recebido em: 29/11/83

O Projeto UMBRAL é uma proposta para o ensino da química, ao nível universitário de graduação, que visa ressaltar o papel social do químico através de uma conscientização permanente, durante sua vida de aluno, da responsabilidade ética e profissional que ele tem junto a sua sociedade.

A proposição fundamental do Projeto — a mesma que motivou o Projeto Xistoquímica** — a de *fazer o que se precisa com o que se tem*, é, por si só, um grande desafio ao conhecimento e à criatividade: conhecer o que se tem, definir as necessidades da sociedade, criar os caminhos das transformações e bem conduzi-las. Ela caracteriza também uma escola de trabalho, pois estes objetivos só são alcançados à custa de muito esforço.

* Apresentado ao IIIº Encontro de Professores de Química do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1983.

** COSTA NETO, C. (1976) Aproveitamento dos Xistos Brasileiros. In: GOLDEMBERG, J. coord. *Energia do Brasil*. São Paulo, Acad. Cienc. Estado São Paulo. p. 113-22.

Do propósito de se "usar o que se tem" surgiu a sigla UMBRAL, que vem a significar *Utilização de Matérias-Primas Brasileiras*. O termo UMBRAL é registrado nos dicionários da língua portuguesa com o significado de *limiar, entrada*; neste ponto, a sigla e o termo se confundem, já que o PROJETO UMBRAL, a par do que se propõe, representa uma entrada para a ciência da química.

ORIGENS

O Projeto UMBRAL teve sua origem em uma atitude pragmática de se procurar resolver um problema bem definido e fundamental para o ensino da química ao nível de graduação no Instituto de Química: a de procurar superar a grande deficiência de recursos para a aquisição de reagentes utilizados nas aulas práticas de Química Orgânica. A partir de 1973, com a chamada "crise do petróleo", esta falta de recursos passou a tomar proporções extremas e hoje (1983) com uma inflação anual beirando os 200%, em meio a uma economia caótica, a relação *orçamento* (da universidade)/ *custo* (dos reagentes) tende rapidamente para zero, reduzindo a um mínimo as opções e até mesmo o número de aulas práticas dos cursos de graduação. Acresça-se o fato de que a maioria dos reagentes empregados é importada, o que faz com que, devido às atuais restrições de importação, estes reagentes sejam vendidos no mercado interno a preços abusivamente altos.

Em 1976, uma posição concreta foi tomada com relação a este problema e uma sugestão foi apresentada no documento que se segue, enviada ao então Chefe do Departamento de Química Orgânica, Prof. Luiz Ribeiro Guimarães.

27.11.1976

Senhor Chefe do Depto. Química Orgânica,

Conforme entendimentos que tivemos, estou lhe enviando as minhas "SUGESTÕES PARA O ESTABELECIMENTO DE UM PROGRAMA PARA OS TRABALHOS DAS DISCIPLINAS EXPERIMENTAIS DE QUÍMICA VISANDO À UTILIZAÇÃO DE MATÉRIA-PRIMA BRASILEIRA" (UMBRAL).

As idéias de libertação do uso de material importado em trabalhos práticos de laboratório de química são aspirações antigas, mas pouco ou nada se tem feito formalmente para alcançá-los. E isso tem sido assim por força das circunstâncias que sempre prevaleceram entre nós, principalmente as facilidades de se conseguirem as substâncias desejadas por vias de importação e também pelo modismo nos cursos e trabalhos práticos que nos tem levado a ensinar aos alunos os últimos conhecimentos contidos nos livros estrangeiros, — que são geralmente os adotados — sem contudo lhes dar a base fundamental de funcionar na estrutura em que vivem.

Os atuais decretos governamentais que vem de dificultar ou mesmo impedir as importações, por muito incômo-

dos que sejam, podem ser utilizados como elementos de motivação para que se possam atingir os objetivos de autossuficiência, forçando um esforço de trabalho no sentido de se preparar o que se precisa a partir do que se dispõe, no caso, material brasileiro, seja ele produto de uma indústria química, como ácido acético por exemplo, ou um minério brasileiro. Afinal de contas, o químico é o profissional que deve saber como transformar as substâncias.

Um primeiro ponto característico do programa seria portanto, o de utilizar, na sua realização, exclusivamente matérias-primas e reagentes obtidos no Brasil.

Os cursos experimentais, são, sem dúvida, os mais importantes para o químico, uma vez que a química é, e será por muito tempo, uma ciência eminentemente experimental. Na nossa Universidade a situação encontra-se um pouco distorcida e os cursos práticos tem uma posição secundária em relação aos chamados cursos "teóricos". Isso talvez seja devido, em parte, à falta de motivação que se empresta aos cursos práticos, nos tipos e forma com que os problemas são oferecidos aos alunos. Nesse aspecto, o programa aqui proposto talvez viesse cumprir uma finalidade muito importante no ensino, qual seja a de motivar o aluno a realizar uma tarefa na qual ele é peça importante, dar-lhe o sentido de trabalho em equipe, cobrar-lhe responsabilidade e amadurecer-lhe por ensinar-lhe a enfrentar problemas novos e dar-lhes soluções práticas, reais, compatíveis com o seu ambiente.

O Instituto de Química dispõe de um enorme potencial para um programa dessa natureza; os atuais cursos práticos do Instituto tem uma disponibilidade (Química Orgânica Experimental I e II, Química Inorgânica I e II, Análise Orgânica I) semanal de aproximadamente 2500 horas-aluno e 50 horas-professor. Essa tremenda força de trabalho, se devidamente orientada no sentido de produzir bens para a própria comunidade, poderia, em prazo curto, torná-la suficiente, e até, talvez, vir a suprir outras em produtos químicos.

Fica, portanto, como segundo ponto característico do programa o de utilizar a mão de obra dos alunos e professores dos cursos experimentais de graduação em química (orgânica e inorgânica) para suprir as necessidades em produtos químicos (em qualidade e quantidade) dos laboratórios do Instituto de Química; este pode ser caracterizado como o objetivo do programa.

Resta agora definir os meios para se atingirem esses objetivos.

A estrutura do programa repousaria nos Grupos de Síntese, que seriam compostos de um professor, e três ou quatro alunos de disciplinas de química orgânica experimental (orgânica e inorgânica) que receberiam a incumbência de preparar uma certa quantidade de cada substância, atendendo a especificação de pureza etc., e nos grupos de Análise, também compostos de um professor e três ou quatro alunos dos cursos de análise que seriam responsáveis pelo controle de qualidade das matérias-primas e produtos acabados (com emissão de certificado), determinação de propriedades (espectros, parâmetros de retenção cromatográfica, etc.).

A infraestrutura teria que contar com serviço de almo-

xarifado para cadastrar o material produzido no país, estabelecer os estoques máximo e mínimo dos reagentes, determinar sua velocidade de consumo, comprar e distribuir material e receber os pedidos de reagentes. Teria que contar também com um serviço de Bibliografia e Documentação que se encarregaria de adquirir livros, manuais e outras publicações sobre a preparação de substâncias orgânicas e inorgânicas, propriedades, espectros etc. ao mesmo tempo que teria que montar um esquema para obtenção rápida de cópias xerox de procedimentos experimentais, etc. Este serviço se encarregaria ainda de preparar os subsídios para a elaboração de um "Guia Prático de Preparação de Substâncias Químicas" e de um Banco de Dados das substâncias preparadas. Finalmente teria que contar com um Serviço de Manutenção e Segurança que englobaria as oficinas de construção e reparo de material, limpeza, segurança, etc.

Todas as atividades da estrutura e da infraestrutura teriam que, necessariamente, ser coordenadas e administradas por um órgão diretor, que garantisse o bom funcionamento de todo o organismo.

Ao terminar, gostaria de mencionar que o Projeto Xistoquímica desse Instituto, vem acumulando, ao longo desses últimos sete anos, uma experiência de maior valia na gerência e operação de programas em condições de U.F. R.J. e que, de muito bom grado, poderia po-la à disposição do UMBRAL.

Atenciosamente,
Professor Claudio Costa Neto

Não houve conseqüências práticas às sugestões desse documento até 1980, quando foi possível se instalar, efetivamente, o Projeto UMBRAL, com a formação de uma comissão constituída de professores do Departamento de Química Orgânica, oficializada por designação do Diretor do Instituto de Química em publicação no Boletim da UFRJ em 05 de fevereiro de 1981; o programa começou a ser implantado no primeiro período letivo (março) de 1981.

AS DISCIPLINAS EXPERIMENTAIS

A visão original do projeto — a de atender às necessidades de reagentes para a pesquisa e para o ensino valendo-se apenas de matérias-primas produzidas no Brasil — foi sendo, com o tempo, progressivamente ampliada, em parte devido aos primeiros êxitos da aplicação da idéia e, em parte, pela necessidade de se formar uma base de conhecimentos necessários ao trabalho de laboratório de química orgânica.

Assim, p.ex., foi consenso entre os professores envolvidos com o Projeto, que o programa de sínteses — o único da proposição original — deveria ser precedido de disciplinas que ensinassem as técnicas de laboratório. Para este fim, achou-se de usar uma experiência já realizada em 1966*, em que a disciplina de Química Orgânica Experimental I foi ministrada no estilo da Análise Orgânica II. Nesta experiência, uma amostra que continha em

mistura uma substância sólida e duas líquidas, era apresentada ao aluno. As substâncias desta amostra continham apenas carbono, hidrogênio e oxigênio. No processo de separação destas substâncias as operações básicas de filtração (separação de sólidos de líquidos), destilação fracionada (separação de líquidos), cristalização (purificação de sólidos) e de determinação de ponto de fusão e de ebulição eram ensinadas. Os alunos tinham também oportunidade de efetuar ensaios funcionais e de preparar derivados correspondentes. O método de aprendizado usado nesta disciplina se baseava na experiência de muitos anos vivida na Análise Orgânica, com bastante sucesso, que era o de apresentar o assunto sob a forma de um problema: a identificação dos componentes de uma amostra-problema. Esta amostra era fornecida ao aluno no início das aulas, que tinha todo o período letivo para caracterizá-la.

A disciplina UMBRAL I, ministrada por dois períodos letivos em 1980 segundo este esquema, repetiu o êxito da Análise Orgânica e da experiência realizada em 1966. Ao final do segundo período, achou-se entretanto, que, como disciplina introdutória ela ainda poderia aceitar uma nova remodelação. E isto se deve ao fato de que uma outra perspectiva para o ensino da química orgânica experimental começou a ganhar corpo: era o reconhecimento de que *o ensino da análise deveria preceder o da síntese* e, deste modo, esta primeira disciplina não deveria apenas "usar" a análise como forma de ensinar as operações de laboratório mas sim de ser apresentada como *Análise* propriamente.

O curso foi, então, novamente remodelado, e a disciplina do UMBRAL I passou a ser uma disciplina de Análise Orgânica, em que cinco amostras (substâncias puras) desconhecidas eram apresentadas ao aluno, que tinha todo o período para caracterizá-las. A orientação proposta era, no entanto, um tanto diferente daquela usada na disciplina de Análise Orgânica convencional, tendo em vista que esta era agora, uma disciplina introdutória da química orgânica experimental. Foi fixado como o grande objetivo dessa fase o de fazer com que o aluno ganhasse *intimidade com as substâncias químicas*, através da análise; Assim, o aluno teria, primeiramente, que descrever a amostra através de suas *propriedades macroscópicas*, depois da sua *composição elementar* (se as substâncias são constituídas de elementos, que se prove. . .); o próximo passo seria reconhecer que estes elementos se unem em *grupos funcionais* — o que conduziria ao capítulo da análise funcional, apresentado através da discussão sobre os métodos físicos (infravermelho, ressonância magnética nuclear etc.) e químicos (ensaios de Feigl). Como os ensaios de Feigl escolhidos são, na sua maioria, cromogênicos, isto é, o resultado positivo é acompanhado do aparecimento de cor, esta seria uma oportunidade para se discutir o fenômeno da cor (colorística), correlação entre cor e estrutura e a apresentação da espectrometria no UV-VIS.

* Esta experiência foi levada a efeito por dois períodos letivos consecutivos na disciplina de Química Orgânica Experimental da Escola de Química sob a responsabilidade da Professora Adelina Costa Neto.

A seguir ele reconheceria propriedades que caracterizassem a *molécula*, como por exemplo, peso molecular e, nesta altura do curso, ser-lhe-ia ministrado o capítulo da espectrometria de massas. A "visualização" final da estrutura seria feita através do capítulo sobre espectrometria de raios-X.

Finalmente, propriedades de *agregados moleculares* que se constituem num líquido ou num sólido, seriam determinadas através do ponto de ebulição ou de fusão. De posse destes vários dados—composição elementar, funcional, peso molecular e propriedades do cristal ou do líquido — o aluno teria informações suficientes para caracterizar a substância.

A disciplina UMBRAL II, como continuação da primeira, seria para tratar de misturas. Nesta disciplina o aluno recebe, no início do período, uma mistura com quatro ou cinco componentes onde ele aprende e aplica as seguintes técnicas de separação, minuciosamente apresentadas e discutidas em aulas expositivas: *destilação, cromatografia, extração e recristalização*, além do estudo sobre *critérios de pureza*. As substâncias, depois de separadas, são identificadas pelo esquema convencional da Análise Orgânica sistemática. Ao repetir o uso das etapas de identificação (análise elementar, funcional,

determinação de constantes físicas, espectrometria etc. acrescida agora da preparação de derivados) o aluno consolida os conhecimentos adquiridos no UMBRAL I.

A implantação da idéia UMBRAL, terá lugar, realmente, nas disciplinas UMBRAL III e IV, através da síntese de substâncias necessárias ao uso pela comunidade, a partir de matérias-primas produzidas no Brasil. A parte formal de Sínteses Orgânicas ("teórica") faria parte integrante destas disciplinas.

A implantação da idéia UMBRAL nos cursos de síntese tem sido feita, nesta primeira fase, apenas de forma parcial, procurando-se atender aos pedidos feitos pela comunidade, a partir de reagentes existentes no almoxarifado do Instituto de Química. Isto se fez necessário, nesta primeira fase, de modo a reduzir os problemas com a montagem do laboratório. A partir de agora, entretanto, um programa foi definido em termos da síntese dos reagentes para a Análise Orgânica (UMBRAL I e II), que será posto em prática a partir de matérias-primas produzidas no país. Como foi mencionado anteriormente, os poucos destes reagentes disponíveis no mercado hoje em dia, custam preços absurdamente altos. Uma relação dos reagentes utilizados em Análise Orgânica a serem preparados no Projeto UMBRAL consta do Quadro I.

QUADRO I — REAGENTES DE ANÁLISE ORGANICA A SEREM PRODUZIDOS PELO PROJETO UMBRAL

Reagentes para Análise Elementar

Ácido sulfanílico
Alizarina
Amido
Anilina
Dimetilanilina
Fucsina
Fluoresceína
Tetrabase
Tiocetona de Michler
o-Toluidina

Reagentes para Análise Funcional

Ácido azobenzeno-hidrazinossulfônico
Ácido cromotrópico
Aldeído p-dimetilamino benzóico
Aldeído fórmico (formalina e paraformaldeído)
Aldeído o-nitrobenzóico
Aldeído 5-nitrossalicílico
Aldeído 2-piridínico
Aldeído salicílico
o-Amino fenol
Cloreto de bifeniltetrazolíneo
Di-o-anisidina
2,6-dicloroquinona-4-cloroimina
5-Hidroxi-1-tetralona
Difenilamina
Dimetilglioxima
o-Dinitrobenzeno
m-Dinitrobenzeno
p-Dinitrobenzeno
2,4-Dinitrofenil-hidrazina
Florogluinol

Fucsina
Furfural
Isatina
Ninhidrina
Oxina (oxinato de vanádio)
Peróxido de benzoíla
Piperidina
Resorcinol
Rodamina
Rodanina
Tiofeno
Uréia

Reagentes para Derivados

Ácido monocloroacético
Ácido pícrico
Brometo de p-bromofenacila
Brometo de p-nitrobenzila
Cloreto de benzeno-sulfonila
Cloreto de benzoíla
Cloreto de 2,4-dinitrobenzeno sulfenila
Cloreto de 3,5-dinitrobenzoíla
Cloreto de p-tolueno sulfonila
Cloridrato de semicarbazida
2,4-Dinitroclorobenzeno
2,4-Dinitrofenil-hidrazina
Fenil-hidrazina
Iodeto de metila
Isocianato de fenila
Isocianato de naftila
Isotiocianato de fenila
p-Nitrofenil-hidrazina
p-Tolueno sulfonato de metila
p-Toluidina

As matérias-primas disponíveis presentemente para a síntese destes produtos foram fornecidas pelas firmas produtoras conhecidas por meio de um levantamento feito através do catálogo da ABIQUIM (ABIQUIM. *Guia da indústria química brasileira*. São Paulo, 1980. 179p). A relação de produtos químicos doados e das firmas que os forneceram consta do Quadro II. Esta lista poderá ser, certamente ampliada com o correr do tempo, em função de uma divulgação maior do Projeto UMBRAL e de um conhecimento mais completo do que a indústria química brasileira produz.

O grande exercício das disciplinas UMBRAL III e IV será, portanto, o de se atingir o objetivo de prepararem as substâncias do Quadro I a partir dos reagentes listados no Quadro II.

do curso e dos programas à "cata" permanente de minerais da região, geraria a necessidade de estruturação dos cursos de modo a poder caracterizá-los (uso da espectrometria, particularmente a de raios-X, dosagem quantitativa, etc.) e certamente traria grandes benefícios à estrutura de conhecimento da região. No presente, contentamo-nos com uma dependência filogenética entre a matéria-prima orgânica produzida pela indústria nacional e o produto final. Consideramos importante estabelecer este "parentesco contínuo" entre as substâncias (árvore genealógica!) admitindo-se, por ora, a "entrada lateral" de reagentes que não estejam, ainda, em processo de produção no país. Isto, que pode parecer uma fraqueza do Projeto, pode ser visto, na verdade, como um estímulo para a produção desses materiais no país. Talvez se pu-

QUADRO II – MATÉRIAS-PRIMAS PRODUZIDAS NO BRASIL FORNECIDAS AO PROJETO UMBRAL

PRODUTO	FIRMA
Acetona	Usina Victor Sence S/A (RJ)
Ácido clorídrico 33%	Carbocloro S/A – Ind. Química
Ácido fluorídrico	Cia. Nitroquímica Brasileira
Ácido nítrico 54%	Ultrafertil S/A – Ind. Com. Fertilizantes
Ácido nítrico 98%	Ultrafertil S/A – Ind. Com. Fertilizantes
Ácido sulfúrico	Cia. Nitroquímica Brasileira
Ácido sulfúrico 98%	Ultrafertil S/A – Ind. Com. Fertilizantes
Ácido sulfúrico conc.	Sulfab. – Cia. Siderúrgica da Bahia
Anidrido ftálico	Cia. Ind. Química do Nordeste
Anidrido maleico	Cia. Ind. Química do Nordeste
Benzeno	Cia. Siderúrgica Nacional (RJ)
iso-Butanol	Cia. Ind. Químicas do Nordeste
n-Butanol	Cia. Ind. Químicas do Nordeste
Dissulfeto de carbono	Cia. Nitroquímica Brasileira
Etanol	Distribuidora Resende S/A – Com. e Ind.
Etilbenzeno	EDN – Estireno do Nordeste S/A
Monoetanolamina	Oxiten S/A – Ind. e Comércio
Monoetilenoglicol	Oxiten S/A – Ind. e Comércio
Naftaleno	Cia. Siderúrgica Nacional (RJ)
Octanol	Cia. Ind. Químicas do Nordeste
Oleum	Sulfab – Cia. Siderúrgica da Bahia
Soda cáustica (em escamas)	Carbocloro S/A – Ind. Químicas
Sulfato de cálcio calcinado	Cia. Nitroquímica Brasileira
Tolueno	Cia. Siderúrgica Nacional (RJ)
Trietanolamina	Oxiten S/A – Ind. e Comércio
Xileno	Cia. Siderúrgica Nacional (RJ)

Na verdade, o exercício idealizado deveria incluir *todas* os reagentes, inclusive os inorgânicos. Como nosso acesso à área de inorgânica é, no presente, limitado, teremos que restringir a idéia UMBRAL, "strictu sensu", apenas aos produtos orgânicos ou correremos o risco de deixar de lado o uso de um grande número de reações importantes, já que dificilmente poderíamos dispor de magnésio, cloreto de alumínio anidro, cloreto de tionila etc. a prazo curto ou mesmo médio. Espera-se que o Projeto UMBRAL possa, um dia, ser ampliado para a área da química inorgânica. Neste particular seria importante que a preparação dos sais fosse feita a partir de *minérios (e minerais) brasileiros*, o que viria regionalizar bastante a natureza

desse mesmo congregar, num programa maior, uma grande rede nacional de Universidades que viessem a se completar e suprir todas as suas necessidades em substâncias químicas.

A produção das substâncias, por si só, é um ponto relevante, mas, tão relevante quanto produzi-las é caracterizar a sua pureza. Por isto pensou-se em dotar o Projeto UMBRAL de uma disciplina – UMBRAL V – que tratasse do *controle de qualidade* dos produtos obtidos. A disciplina UMBRAL V está sendo programada para ensinar o uso de métodos quantitativos da química orgânica. As substâncias produzidas nas disciplinas UM-

BRAL III e IV teriam sua qualidade controlada e certificada pelos alunos, nesta disciplina. Esta disciplina contém o germe do que poderia vir a ser mais uma experiência *profissionalizante* para o aluno de química, uma vez que ela poderá evoluir para um "birô" de controle de qualidade, que chegue mesmo a prestar serviços de rotina à pequena e média empresa química, através de contratos de serviços. A indústria química brasileira destes portes, carece hoje em dia de um controle de qualidade para os seus produtos, já que não comportam os custos para montagem e manutenção de laboratórios para este fim.

Finalmente, na série de disciplinas experimentais, resta mencionar um possível desenvolvimento de processos ao nível de *escala de bancada*. Uma disciplina na optativa (UMBRAL VI), complementar às disciplinas de Química Industrial, poderia ser implantada com vistas ao estudo de projetos na área industrial, visando desenvolver as aptidões e capacitações no projeto e construção de unidades de bancada, em atendimento a solicitações da indústria nacional. Esta disciplina poderá se constituir num instrumento importante de implantação de micro e mini empresas na área da química, no país, que consideramos ser da mais fundamental importância no momento político-econômico atual. Através do treinamento de alunos no uso da ciência e da tecnologia para enfrentar e resolver problemas da sociedade, utilizando para isto as matérias disponíveis, e, ao mesmo tempo, desmistificando o aparato inatingível de grandes empresas, o Projeto UMBRAL, no seu todo, pretende dar, ao químico, a sua verdadeira dimensão como elemento social produtivo, contribuindo mesmo para mudar a expectativa ao formando — no dizer do Prof. M. Mares Guia (UFMG) — "da busca do emprego para a geração do emprego". Se este caminho vier a ser seguido, poder-se-ia dizer que esta seria, sem dúvida, uma conseqüência positiva e importante que a "crise" que o Brasil atravessa atualmente traria para a sua estrutura social. Isto, entretanto, só virá a ocorrer se atos políticos paralelos que apoiem esta postura social forem tomados pelo governo, pois enquanto for mais lucrativo (!) aplicações do dinheiro em "open" e na compra de "dólares" do que em atividades produtivas (indústrias) não se poderá esperar um desenvolvimento significativo nesta direção.

AS DISCIPLINAS TEÓRICAS

O Projeto UMBRAL teve sua origem nas disciplinas de Química Orgânica Experimental. Com a evolução da idéia original, parte da matéria das chamadas disciplinas teóricas foi sendo deslocada para as disciplinas experimentais, gerando, portanto, a necessidade de uma redefinição do conteúdo das primeiras. Este fato apressou pretensão antiga de uma reformulação da própria filosofia de apresentação da matéria dita teórica.

Estas mudanças dizem respeito a vários pontos: primeiro a de dar grande importância aos *fatos* — que permanecem imutáveis com o tempo — ressaltando sempre seu vínculo de relevância para com o cotidiano e a sociedade.

O valor das teorias seria ajustado à sua devida dimensão e importância, isto é, a de modelos gerados pelos homens, para atender e — principalmente, deveria ser — permitir extrapolações na geração de novos fatos. Como as teorias são construídas geralmente a partir de um universo reduzido de fatos, a descoberta de novos fatos faz com que elas "evolam", isto é, *mudem* ao longo do tempo. É importante frisar para o aluno que *um fato é uma verdade enquanto que uma teoria é uma verdade limitada, no espaço (de conhecimento) e no tempo.*

Um segundo ponto de filosofia do ensino seria com relação à apresentação da química sob os formatos REAL/ABSTRATO. A química tem sido apresentada nos últimos 10–20 anos com a feição de uma ciência abstrata uma vez que o seu ensino se inicia com a apresentação de átomos, moléculas, orbitais etc. Ora, abstração é uma operação intelectual realizada sobre um real e, para se bem entendê-la, é preciso, primeiro, que se conheça o real e, segundo, que haja presente um certo grau de amadurecimento intelectual. O ensino da química através do abstrato inverte completamente a ordem do processo "natural" de aprendizado e talvez este seja um dos motivos mais importantes para a "impotência" dos alunos em aprender a matéria. Quando muito, eles se limitam a decorar os conceitos, que nunca são "incorporados", efetivamente, à sua estrutura de conhecimento. As disciplinas teóricas devem ser acompanhadas de demonstrações práticas, — tanto quanto possível — de modo a atrelar permanentemente o conhecimento ministrado no quadro negro, a fatos concretos.

Um terceiro ponto diz respeito à matéria, em si, que é tratada e como é tratada. O conhecimento, em geral, é propriedade da humanidade como um todo, é verdade: a química no Brasil é igual à química de qualquer outra parte do mundo. Mas as sociedades, os ecossistemas e os problemas concernentes são diferentes para as diferentes partes do mundo. Se se pretende definir uma química num (e para um) contexto social, o seu ensino tem que ser moldado observado aquele contexto. Os nossos cursos se baseiam quase que exclusivamente em livros estrangeiros, hoje traduzidos na sua maioria. Estas traduções, introduzidas ao nível da formação do aluno tem, a nosso ver, sérios inconvenientes. O mais importante é o de fazer o aluno incorporar, ao nível de sua formação, uma "realidade" que não é a sua (por muito que a reação do ácido acético com etanol seja a mesma em qualquer parte da Terra, o contexto global desta reação pode muito bem variar com a sociedade que dela faz uso). É importantíssima a leitura de obras estrangeiras mas estas devem ser feitas, tanto quanto possível, na sua língua original (exceção feita, é claro, às línguas exóticas). Isto deixa bem claro, ao aluno, como é a química "lá", no país em que o livro foi escrito. Acreditamos na necessidade de elaboração de textos que sirvam de formadores de uma consciência social e estes tem que ser, necessariamente regionais.

Fez-se necessário, portanto, harmonizar o Projeto UMBRAL como um todo, compondo as disciplinas teóricas e experimentais. Até agora, uma única tentativa foi feita para se ministrar uma disciplina do UMBRAL

teórico e isto se deu no 1º período letivo de 1981. A carta que se segue, endereçada aos alunos desta turma, resume os elementos de filosofia traçados na época, para esta disciplina.

19.05.1981

Caro aluno,

Iniciamos o curso de Química Orgânica com um enfoque diferente daquele empregado comumente nos livros-texto adotados hoje em dia: procuramos partir de uma experiência real para chegar, por necessidade, à sua formulação abstrata.

Foi assim que partimos do ponto que cada aluno deveria selecionar um assunto, de livre escolha, dentre os que pertencessem ao seu universo de interesse, para servir de "fio da meada", sobre o qual faríamos desenvolver o curso; uma única restrição foi imposta: o assunto escolhido deveria ter um compromisso com a química.

Uma estrutura de conhecimento seria então montada ao redor do assunto valendo-se, inicialmente, da experiência do dia-a-dia (papel na sociedade, propriedades macroscópicas etc.); numa segunda etapa a estrutura de conhecimento seria ampliada e incorporaria o universo microscópico (universo da química). Esperamos desta forma fazer com que a química fosse absorvida na estrutura da vida do aluno através de um processo de aprendizado que estaria intimamente ligado com o mundo real.

Seria bom que no começo deste curso V. procurasse situar-se respondendo às seguintes perguntas: O que V. quer ou espera da química? O que V. vai aprender? Onde V. pretende chegar, isto é, quanto e qual o conhecimento que V. pretende adquirir para como e onde vir a usá-lo?

Quero chamar sua atenção para a escolha do assunto; é óbvio e desejado que a escolha seja feita dentre o que nos parece comum, no mundo que nos cerca. Mas é bom adiantar logo que as coisas mais comuns (como serem por exemplo a madeira, o processo de visão etc.) não são coisas "simples" em termos de estrutura microscópica; os processos naturais são, na verdade, muito complicados; nada há de mais complexo, por exemplo, que o funcionamento do corpo humano, que seria, em termos de busca de uma atividade química no nosso universo, o de interesse maior e mais imediato. Talvez seja por esta razão que os livros-texto convencionais seguem um roteiro que parte de aspectos mais "simples" da química para os mais complicados. Esta maneira de colocar as coisas, conquanto possa parecer mais natural para o aprendiz, encontra o sério obstáculo de que, ao se proceder desta forma, está-se partindo dos conceitos abstratos com a intenção de se chegar, um dia, ao real. Como eu disse anteriormente, optamos pelo caminho inverso: partindo do real, complicado, aprenderemos a compreendê-lo através de abstrações.

Para ver o quanto V. consegue entender, realmente, do relacionamento dos assuntos escolhidos com o nosso

mundo é que estou lhe endereçando esta carta, que tem como objetivo balizar o ensaio que lhe foi solicitado, ressaltando pontos que considero importante de serem discutidos.

1. Definição e Conceituação — É muito importante saber definir (impor limites) e conceituar (dar a essência) o assunto de que se está tratando. Procure caracterizar na sua definição os termos-chave. Procure também desenvolver as relações de um "thesaurus" para o assunto. Com isso V. descobrirá a abrangência da matéria escolhida para busca do relacionamento com outras, através dos termos que as representam. Sempre que possível, procure dar a origem (etimologia) do termo. Esta origem, muitas vezes, esclarece o grau de relacionamento do termo com o homem. Procure ler sobre as "qualidades" de uma definição em meu artigo sobre xistos oleígenos, publicado em Química Nova, número de abril de 1980, página 64.

2. Analise o papel social do assunto escolhido. Discuta-o em termos de necessidades fundamentais de uma sociedade: saúde, energia e materiais.

3. Caracterize as propriedades macroscópicas do material.

4. Formule o máximo de perguntas que puder, sobre o assunto, mesmo aquelas que V. não soube responder. É pela pergunta que se caracteriza um problema, e lembre-se que, para resolver um problema, é preciso, primeiro tê-lo formulado, e ainda que, quanto mais bem formulado for o problema, mais fácil fica de se chegar à sua solução.

5. O ensaio deve ser escrito em bom português. Use de linguagem clara, precisa e de lógica direta de raciocínio. Não deixe subentendidos nem use expressões como "conforme todos já sabem . . ." etc. Evite que seu texto tenha que ser "interpretado".

6. Proponha uma experiência para ser realizada durante este período letivo que envolva o assunto escolhido. A química é e será, pelo menos por muito tempo ainda, uma ciência eminentemente experimental, e é importante que V. se habitue, a todo instante e oportunidade, a "ver" como suas idéias funcionam na "prática". Todo conhecimento de quadro-negro deve estar associado a uma experiência real. Só assim é que aquele conhecimento virá a ser-lhe "incorporado" e terá, portanto, possibilidade de tornar-se útil.

Conforme ficou acordado entre nós, o ensaio deverá ser entregue a mim, até o dia 20 de maio.

Prof. Claudio Costa Neto

O UMBRAL teórico prevê quatro disciplinas para sua realização. No primeiro (UMBRAL A), seria feita a apresentação da química através de uma demonstração de sua *relevância social* desempenhada ao longo dos tempos. Nada melhor do que utilizar uma apresentação da *história da química* para se atingir este objetivo: um estudo do significado, consequência e relevância das descobertas, intimamente entrosado com o estudo do seu descobridor:

sua personalidade, o contexto social e mesmo o ambiente local onde as descobertas ocorreram. Esta disciplina seria, na verdade, uma *História da Química Orgânica*. Um caminho — dos vários possíveis — terá que ser escolhido para conduzir o aluno durante um período letivo, aos objetivos indicados para esta disciplina. Nós escolhemos trilhar pela rota do que definimos serem os elementos materiais fundamentais de uma sociedade: *energia, saúde e materiais*¹. Esta disciplina, que enfatizaria a evolução histórica da química nestes setores, deveria culminar por colocar os problemas atuais que afligem a sociedade brasileira a ponto de criar no aluno a expectativa de se propor a resolvê-los (!). Esta disciplina visa, objetivamente, criar uma consciência social no futuro químico. Daí a importância deste programa ser implantado desde o início do curso e de ser ministrado como disciplinas regulares e não apenas como uma atividade paralela eventual, pois, fazendo nossa, a apreciação do Prof. Attico Chassot (UFRS), “neste programa o produto *educação* é mais importante do que a produção dos insumos químicos”.

Nas disciplinas de série “teórica” que se seguem, se fará a descida ao mundo microscópico (atômico, molecular) na busca das respostas às questões propostas anteriormente. Dois grupos de conhecimento viriam caracterizar as disciplinas subseqüentes: a primeira (UMBRAL B), trataria da *Estruturística* das substâncias, isto é o estudo da estrutura da substância ao nível atômico-molecular. Nesta disciplina atenção será dada aos métodos de *informação* e à *nomenclatura* das substâncias químicas com ênfase particular no uso de métodos automáticos, i.e. aqueles que usam computadores.

A terceira disciplina da série (UMBRAL C) trataria da *reatividade* das substâncias, i.e. *do como e porque* as moléculas reagem.

Finalmente, a quarta (UMBRAL D) traz de volta o assunto da correlação entre propriedades macroscópicas e estrutura molecular a ser tratada agora em profundidade. Este assunto se contitue, na verdade, no capítulo importantíssimo da “Ciência e Engenharia de Materiais”.

O conteúdo proposto para estas várias disciplinas poderá ser visto nas ementas respectivas que se seguem.

EMENTAS DAS DISCIPLINAS DO PROJETO UMBRAL

UMBRAL I — Apresentação da química orgânica aos alunos através da identificação de substâncias-problema puras, que serão analisadas (identificadas) durante o período letivo, perfazendo as operações de caracterização dos compostos por ensaios preliminares, de análise elementar qualitativa, de análise funcional qualitativa por via química (método de Feigl) e via física (espectrometria no infravermelho, de ressonância magnética nuclear, de massas e no ultravioleta-visível). Uso da espectrometria de raios-X na caracterização de estruturas e de determinação de ponto de fusão/ebulição.

UMBRAL II — Apresentação das técnicas de separação usadas em laboratório (cromatografia, destilação,

cristalização e extração) através da identificação dos componentes de uma mistura-problema fornecida aos alunos (amostras individuais e diferentes, com quatro/cinco componentes) no início do curso. Critérios de pureza. Uma vez separadas as substâncias, a sua identificação será feita pelos procedimentos usados na disciplina UMBRAL I, acrescidos da preparação de derivados. Apresentação e discussão sobre as técnicas de aquecimento, resfriamento, filtração e secagem.

UMBRAL III/IV — Síntese de produtos solicitados pela comunidade, a partir de matéria-prima produzida no Brasil. Uso permanente do aprendizado adquirido nas disciplinas de análise precedente. Segurança em laboratório. Funcionalização e interconversão de grupos funcionais. Formação de ligações carbono-carbono: reações com derivados organometálicos e uso de carbanions estabilizados. Formação de ligações carbono-heteroátomo. Fechamento e abertura de anéis. Redução. Oxidação. Grupos protetores. Uso de reagentes com boro, fósforo e silício. Sínteses estereoespecíficas. Uso de computadores em projetos de síntese de substâncias orgânicas. Estudo das fontes de matéria-prima orgânica brasileira. Apresentação e discussão sobre as técnicas de hidrogenação catalítica, ozonólise, reações em amoníaco líquido e uso de linhas de vácuo.

UMBRAL V — Uso dos métodos quantitativos de análise em Química Orgânica. Controle de Qualidade. Aplicações ao estudo de reações orgânicas, com vistas a esclarecer caminhos, desenvolver métodos ou otimizar condições que visem fornecer dados básicos necessários para resolver um problema de química definido por uma necessidade da sociedade. Pode ser, por exemplo, a implantação de um projeto de bancada com vistas a industrialização do produto ou estabelecer um método de análise para o controle de produção etc.

UMBRAL VI — Projeto e construção de uma unidade de bancada para a produção de uma dada substância. A parte teórica cobrirá os aspectos de otimização dos custos de produção. Ênfase especial será dada aos aspectos sociais do empreendimento (uso, aspectos ligados à saúde, danos diretos de substância e da poluição ambiental do processo de preparação) e à energética (custo energético) do processo.

UMBRAL A — HISTÓRIA DA QUÍMICA ORGÂNICA. A alquimia e seus objetivos sociais. Estudo da evolução da química nas áreas de *saúde, energia e materiais* sob o enfoque social. Proposições sobre problemas brasileiros atuais nestas áreas e a contribuição que a química poderá oferecer para a sua solução. Informação em química.

UMBRAL B — ESTRUTURÍSTICA DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS. Conceitos de fórmula mínima, molecular e estrutural para os compostos orgânicos. Estrutura atômica e molecular da matéria. Conceituação (matemática) de orbitais e da ligação química. O método de

orbitais moleculares e da ressonância. Conceituação de ordem de ligação, carga eletrônica, deslocalização. Uso dos métodos de ressonância magnética nuclear e espectrometria no infravermelho, na caracterização destes conceitos. Estrutura do benzeno e do naftaleno. Aromaticidade. Regras de Woodward-Hoffmann. Uso da Espectrometria de Raios X na caracterização da estrutura de substâncias orgânicas. Isomeria de posição, geométrica e estereoisomeria. Regras de nomenclatura dos compostos orgânicos.

UMBRAL C – REATIVIDADE DOS COMPOSTOS ORGÂNICOS. Conceito de equilíbrio e de velocidade de reação. Teoria (simplificada) do estado de transição. Intermediários reativos nas reações químicas: íons e radicais livres. Reação de quatro centros. Mecanismos das reações de substituição e de eliminação. Conceitos e critérios de reatividade. Efeitos de substituintes, estéricos e de solventes na reatividade de substâncias orgânicas. Equação de Hammett e congêneres.

UMBRAL D – QUÍMICA E ENGENHARIA DE MATERIAIS. Descrição e correlação de propriedades macroscópicas de materiais com suas estruturas moleculares. “Projeto” de materiais. Uso e adequação de materiais orgânicos como fonte de energia e para bens de saúde. “Projeto” de fármacos.

CARGA HORÁRIA, CRÉDITOS E REQUISITOS DO PROJETO UMBRAL

O Quadro III situa as várias disciplinas de Química Orgânica do Projeto Umbral no currículo do Químico.

A carga horária semanal das disciplinas experimentais (UMBRAL I–VI) é de dez horas semanais, sendo duas de aulas expositivas e oito (duas sessões de quatro horas cada) de trabalho prático.

No sistema de créditos utilizados na UFRJ esta carga de trabalho equivale a 6 créditos. A seqüência I → VI deve ser obedecida para o curso. É recomendável que a disciplina UMBRAL A (História da Química Orgânica) preceda a de UMBRAL I.

As disciplinas teóricas deverão ter uma carga horária semanal de duas horas de aulas expositivas, acompanhadas, cada uma delas, de igual tempo de aulas de problemas, seminários etc. A esta carga didática equivalem 3 créditos no sistema UFRJ. As disciplinas devem ser cursadas na seqüência A → D.

PUBLICAÇÕES

O Projeto UMBRAL prevê no seu planejamento geral a preparação de textos de referência dentro dos objetivos estabelecidos, bem como toda uma série gravada em

QUADRO III – DISTRIBUIÇÃO DAS DISCIPLINAS UMBRAL PELOS PERÍODOS LETIVOS

DISCIPLINAS	PERÍODOS LETIVOS								
	1º	2º	3º	4º	5º	6º	7º	8º	9º
Experimentais			I →	II →	III →	IV →	V →	VI	
Teóricas			↗ A →	B →	C →	D			

video-cassete sobre procedimentos, operações, conceitos etc. Inclui ainda a preparação de um pequeno DICIONÁRIO DE QUÍMICA (espécie de dicionário enciclopédico) e do LIVRO DE MÉTODOS DA QUÍMICA (coleção dos métodos de análise, síntese etc.). Relatórios de atividades e de avaliações do desempenho do Projeto UMBRAL, procedimentos de síntese, construção e adaptação de aparelhagem auxiliar, notícias de um modo geral etc. serão divulgados aos interessados na forma de um BOLETIM periódico.

CARACTERÍSTICAS GERAIS E PROPOSIÇÕES BÁSICAS DO PROJETO UMBRAL

Na concepção atual, o Projeto UMBRAL se caracteriza por:

1. Ensinar ao aluno o conhecimento técnico com o enfoque social-humanista, preparando-o na atitude e comportamento a ser um elemento social ativo e consciente.
2. Estimular ao máximo, o aluno, no exercício da criatividade, da independência de atitude e da responsabilidade profissional.
3. Utilizar como método de ensino a análise e a síntese de substâncias úteis e necessárias à comunidade científica, obtidas a partir de matérias-primas produzidas no Brasil.
4. Fazer com que o ensino da análise (conhecer e como conhecer os compostos), preceda o da síntese (transformação de uma matéria conhecida).
5. Definir uma estrutura de conhecimentos baseada em *fatos*, que são os elementos geradores e modificadores das teorias.
6. Utilizar, na sua versão mais ampla, cinco períodos (obrigatórios) de laboratório de química orgânica, um (optativo) de tecnologia orgânica e quatro (obrigatórios) de “teoria”.

A carga horária semanal das disciplinas de laboratório é de 10 (dez) horas, isto é, mais que o dobro da carga em vigor atualmente; com este aumento pretende-se suprir, pelo menos em parte, a deficiência atual que existe com relação ao tempo de permanência dos alunos no laboratório.

7. Montar para o aluno uma estrutura de trabalho experimental permanente, isto é, uma bancada com todos

os equipamentos básicos de um laboratório de química orgânica que permita a ele cumprir, no mesmo lugar, os trabalhos das diversas disciplinas. Com este procedimento o que se pretende é dar condições ao aluno de criar raízes no laboratório e nele estabelecer um bom ambiente de trabalho.

8. Estabelecer uma condição de suficiência de fornecimento de reagentes para o Departamento e, eventualmente, para fora do Instituto, o que conduziria a uma fonte de renda extra para a instituição.

9. Conduzir o aprendizado das tecnologias através de projetos de pequenas unidades (de bancada ou mesmo piloto) que visem utilizar o conhecimento fundamental obtido nas disciplinas anteriores, com vistas a atender necessidades da comunidade, criando assim uma mola propulsora de atividades para a indústria química no país.

10. Procurar uma grande interação com a sociedade, seja ao nível de *sínteses* em pequena escala de substâncias necessárias à comunidade (UMBRAL III e IV), seja no *controle de qualidade* de produtos da indústria (UMBRAL V), seja no *projeto de unidades de bancada* de interesse da indústria (UMBRAL VI).

11. Fazer da Universidade um elemento social necessário.

EDUCAÇÃO

UM GUIA DO CHEMICAL ABSTRACTS PARA ESTUDANTES*

D. A. Crombie (Politécnica de Huddersfield - Inglaterra)

Tradução, adaptação e atualização de:
Joaquim T. de Souza Campos e
Maria I. S. Brunetti
Instituto de Química – Universidade Estadual
Paulista (UNESP) – Araraquara

Recebido em: 24/05/83

O Chemical Abstracts é uma fonte de informação essencial em quase toda pesquisa da literatura química, mas a complexidade da sua estrutura e de seus índices, apesar da sua admirável organização, pode confundir aqueles estudantes com pouco treino ou experiência na pesquisa da literatura química.

* Publicado originalmente em:
EDUCATION in CHEMISTRY 17 (4): 103–105, 107, jul. 1980.

O Chemical Abstracts (CA) é uma publicação semanal editada pela American Chemical Society (ACS) (Sociedade Americana de Química) que fornece resumos, em um único parágrafo, de todos os artigos originais de importância em química, publicados em todo o mundo (Nota 1). Os fascículos de números ímpares abrangem as seções de bioquímica e as seções de química orgânica, enquanto que os fascículos de números pares abrangem as seções de química macromolecular, de química aplicada e engenharia química e de físico-química e química analítica. As seções principais dividem-se em um total de 80 subseções orientadas pelo assunto (Nota 2). A primeira página de cada fascículo semanal contém uma lista das seções e subseções incluídas naquele número.

Inicia-se cada resumo pelo número de volume do CA, o número do resumo (Nota 3) e o título do artigo em negrito, a relação dos autores, a instituição ou companhia de origem, o periódico ou a fonte de referência ou então o número da patente e pela indicação da língua na qual o artigo original está escrito, representada por uma abreviatura colocada entre parênteses. O preâmbulo do primeiro fascículo de cada volume contém uma chave ilustrativa que fornece uma guia ao formato, às abreviações e aos documentos abrangidos pelo CA (Nota 4).

Cada fascículo contém os seguintes índices: palavras-chaves, autor, número de patente e concordância de patentes. Após o término de cada semestre, reúnem-se os índices individuais dos 26 fascículos semanais em índices do semestre os quais recebem o mesmo número do volume.

Então desprezam-se os índices dos fascículos semanais. Os volumes do CA apareceram anualmente até o volume 55 (1961) mas, desde então, passaram-se a publicar dois volumes por ano.

Atualmente, cada volume contém índices que abrangem autor, número de patente, concordância de patente, fórmula, substância química e assunto geral. Além disso, existe um índice-guia ou suplemento (editado apenas uma vez por ano), um índice dos sistemas em anel e um índice de revisão.

Eventualmente substituem-se os índices dos volumes por índices coletivos que abrangem um certo número de volumes. A Tabela 1 mostra os vários índices decenais e coletivos (quinquenais) do *Chemical Abstracts*.

OS ÍNDICES DO CA

Cada índice contém, no prefácio, uma chave que fornece uma explicação detalhada da estrutura do respectivo índice e que descreve claramente como fazer para utilizá-lo melhor. Deve-se consultar sempre esta chave antes de usar-se qualquer índice pela primeira vez. Fornece-se abaixo um sumário simplificado de cada um dos tipos de índice que o *Chemical Abstracts* usa.