

Trabalho Experimental ^{*}, ^{**}

– finalidades e recursos

Mariana P. Pereira ^a



Mariana Pereira

Bacharel em Química (1970) por Universidade de Lisboa.
Licenciada em Química – ramo de Química-Física (1973) por Univ. de Lisboa.

Estágio Pedagógico no Ensino Secundário (1974).

Mestrado em «Science Education» (1975) por Northwestern University, Evanston (Supervisor: Prof. E. Victor).

Doutoramento em «Chemical Education» (1981) por University of East Anglia, UK (Supervisor: Prof. M.J. Frazer).

Professora do ensino secundário de Novembro de 1971 a Março de 1982.

Docente do Dep. de Química da Fac. de Ciências da Universidade de Lisboa de Abril de 1982 a Julho de 1983.

Actualmente Professora Associada do Dep. de Educação da Fac. de Ciências da Universidade de Lisboa, onde ingressou em Julho de 1983, após a sua criação.

Trabalho desenvolvido na formação de professores (inicial e contínua): lecciona cadeiras nas licenciaturas em ensino e no mestrado em Metodologia do Ensino das Ciências, orienta estágios pedagógicos, e supervisiona teses de mestrado e de doutoramento (seis das quais concluídas).

Efectua Investigação e Desenvolvimento Curricular no Ensino das Ciências, e, em particular no Ensino da Química, com trabalho desenvolvido em Portugal e no Brasil, desde o primário ao universitário.

Integra projectos de investigação na Universidade de Lisboa e de Coimbra.

Colabora em projectos com a Universidade de Paris VII.

Pertence à rede do CIFEC – Centre International sur l'Enseignement de la Chimie – centro da Unesco com sede em Montpellier, e à rede INISTE – International Network for Information in Science and Technology Education – da Unesco.

Representante nacional do CTC-IUPAC (Comité do Ensino da Química da IUPAC) de 1979 a 1987.

Elemento da Comissão Organizadora do 1.º Encontro Internacional sobre Educação em Química (Lisboa, 1978), do sector de Educação do 7.º Encontro Anual da SPQ (Queluz, 1984).

Secretária (em col. do Simpósio do CTC-IUPAC (Lisboa, Set. 1988) e do 1.º ESQLIOL - Colóquio das Sociedades e Redes de Químicos de Língua Latina (Lisboa, Nov. 1989).

Responsável pelas actividades de Educação da SPQ (Zona Sul) desde 1978, em particular da Olimpíada de Química de 1982 a 1989.

Vários artigos sobre Educação em Ciências em publicações nacionais e estrangeiras e em Actas de Congressos.

Colaborou no Boletim da SPQ, desde 1978, com diversos artigos de divulgação.

Três livros publicados e Editor de várias publicações, entre as quais a versão em português da International Newsletter on Chemical Education, do livro de Actas do Simpósio CTC-IUPAC, do Livro de Actas do 1.º ESQLIOL e da Colectânea de Provas da Olimpíada de Química.

Imagine-se perante a tarefa ^{***} de planear todo um curso laboratorial para o ensino do 3.º ciclo da escolaridade básica. Para que iria utilizar o laboratório? Que requisitos teria o curso laboratorial? Qual seria o orçamento previsto? Estudantes do 4.º ano da licenciatura em ensino, perante esta tarefa, colocaram-se numa posição em que eles dão as indicações e «alguém» tem que equipar o laboratório. Nenhum deles se posicionou numa perspectiva alternativa de ter que colaborar na construção e montagem do laboratório, utilizando, em particular, material em pequena escala (MaPE) de baixo custo. A posição assumida reflecte uma vivência de uma situação centralizada e com pouca ou nenhuma autonomia.

Os laboratórios e as experiências estão frequentemente associados ao ensino de uma ciência como a Química [1], havendo um isomorfismo entre o que se faz em ciência e o que se pode fazer no ensino. Contudo, os nossos alunos parecem ter uma visão distorcida do trabalho que os/as cientistas realizam [2]. Uma razão para tal insere-se nas descrições em livros escolares, em que natureza do trabalho desenvolvido pelos cientistas não vem referida [3]. Outra razão provém da inculcação de estereótipos comunicados por vários *media* [4]. Vivemos numa época caracterizada simultaneamente por uma dependência da ciência e por manifestações contra a ciência [5]. Esta imagem com duas facetas contraditórias acentua-se à medida que os alunos progridem na escolaridade [6, 7]. À escola cabe a responsabilidade de corrigir esta dupla imagem e comunicar eficazmente o trabalho e o modo de trabalho desenvolvido em ciência.

Observação e interpretação

Durante um certo tempo foi apresentado como apoio da justificação para o trabalho experimental o provérbio: *Ouçó e esqueço-me, vejo e lembro-me, faço e compreendo*. Actualmente este provérbio é refutado [8] reconhecendo-se que a

^{*} Parte do trabalho descrito neste artigo reflecte materiais constantes do curso de *Didáctica de Ciências da Natureza*, coordenado pela autora [29]

^{**} Embora muitas das considerações apresentadas neste artigo se apliquem a qualquer nível de ensino, o artigo dirige-se principalmente ao ensino básico, devido à importância de que se reveste a introdução da Química neste nível de ensino.

^{***} A tarefa descrita foi realizada à semelhança do concurso organizado pelo Jornal «Observer» em 1967, descrito em Blishen [30], e abordado por este autor e ainda por White e Brockington [31].

^a Departamento de Educação, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.

observação está dependente da teoria. Atente-se na seguinte história [9]:

Hoje na aula de Química estivemos a fazer experiências. Num dos pratos duma balança equilibrada tínhamos um frasco com dois tubos de ensaio, cada um com um líquido branco – ah, incolor. Juntámos os líquidos: formou-se um sólido amarelo lindo. Como se formou um sólido devia pesar mais; mas a balança continuou na mesma. Depois, num dos pratos da balança equilibrada tínhamos um frasco tapado, com pedacinhos de cobre e um tubo com um líquido incolor. Deixámos cair o líquido por cima do cobre. O frasco ficou cheio dum gás castanho e o líquido ficou esverdeado. Como se formou um gás «sabíamos» que ia pesar menos. Mas a balança não se mexeu. A balança devia estar estragada.

Mesmo perante a evidência das suas observações a aluna baseia-se numa «teoria» sua para dar a explicação do fenómeno em estudo.

Demonstração

Um dos modos de apresentar o trabalho experimental consiste em efectuar uma demonstração. Na raiz deste termo está a palavra «mostrar». A demonstração é um método de ensino importante ao permitir que os alunos aprendam vendo um determinado espécimen ou apreciando um modelo. Também pode ser usada para fazer a apresentação de uma experiência que os alunos não têm possibilidade de ser eles próprios a realizar. Alguns exemplos de demonstrações em que se recorre à utilização de modelos estão indicados no Quadro 1, exemplos de experiências de demonstração estão no Quadro 2.

A demonstração pode decorrer em silêncio ou ser comentada pelo professor ou pelos alunos. Ao utilizar uma demonstração o professor deve ter o cuidado de se assegurar que a disposição dos alunos na sala de aula é tal que todos vêem o que lhes está a mostrar e que acompanham o que está a ser apresentado, isto é, deve assegurar-se que os alunos sabem o que têm que observar e porquê. No caso da demonstração se realizar não em sala de aula para uma turma mas em anfiteatro para um conjunto de alunos, o professor deve apresentar os passos da demonstração indicando a finalidade de cada passo e o que se vê ou ouve [11].

O registo do que se passa numa demonstração é importante e pode ser feito individual ou colectivamente. No primeiro caso cada aluno efectua o «seu» registo, utilizando a «sua» linguagem; no segundo caso um aluno efectua o registo num quadro) quadro preto ou quadro de folhas) ou numa transparência e os restantes alunos passam o registo para o caderno. No final e em qualquer dos casos, o professor deve assegurar-se que o registo corresponde ao objectivo pretendido e, em caso contrário, deve saber quais as razões que levaram a um registo incompleto ou deficiente.

QUADRO 1

Demonstrações com utilização de modelos

Tema/Actividade: Utilização de um modelo para a introdução do equilíbrio químico [10]

Demonstração:

Colocam-se num saco de plástico esferas de poliestireno que se fazem mover com o jacto proveniente de um secador. O número de esferas que voa parece ser constante, embora haja continuamente esferas a iniciar e a parar o movimento. A duas velocidades diferentes do secador, o número de esferas que se movimenta é diferente (o que constitui uma analogia com o efeito da temperatura. Fazendo com que haja esferas que saem do saco estabelece-se uma analogia como «partículas» que são retiradas de uma reacção de equilíbrio.

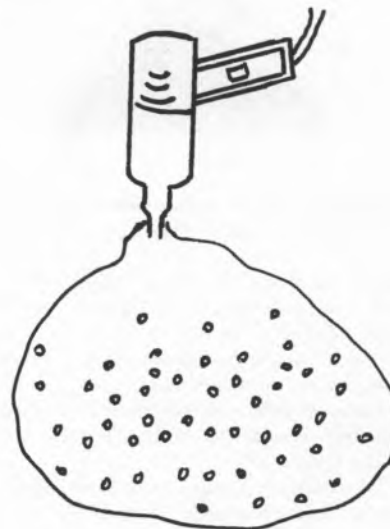


FIGURA 1

Demonstração recorrendo a um modelo para a introdução de equilíbrio químico

Tema/Actividade: Utilização de modelos de pau e bola para introdução de estruturas de isómeros.

Demonstração:

No retroprojector colocam-se modelos das fórmulas de estrutura de dois isómeros, por exemplo de C_2H_6O .

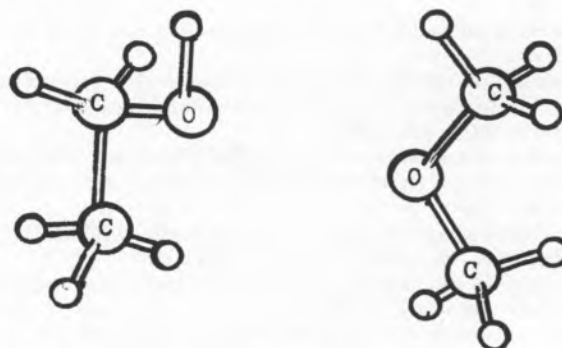


FIGURA 2

Demonstração recorrendo a modelos de isómeros de C_2H_6O

QUADRO 2

Demonstrações experimentais

Tema/Actividade: Os gases são todos incolores?

Demonstração:

Aquecer uma «lâmpada» fechada com iodo. Observar e registar.

(Nota relativa a questões de segurança:

!! Cuidado com o aquecimento; cuidado com o vidro quente !!!)

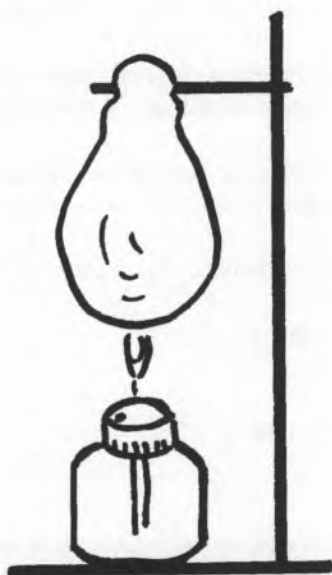


FIGURA 3

Demonstração experimental do aquecimento de iodo numa «lâmpada» fechada

Tema/Actividade: Os gases são todos incolores?

Demonstração:

Num frasco com tampa colocar aparas de cobre e deitar ácido nítrico. Observar e registar.

(Notas relativas a questões de segurança:

!! Cuidado com o ácido.

!! Manter o frasco tapado para evitar que o gás seja respirado !!).



FIGURA 4

Demonstração experimental da reacção num frasco entre aparas de cobre e ácido nítrico

QUADRO 3

Trabalhos experimentais (TExp)

TExp: Que aspecto têm os produtos da fermentação de cascas de maçã?

Tipo: Desenvolvimento de capacidades (de observação ao microscópio, de desenho).

TExp: Como detectar a presença de amido numa planta exposta ao Sol?

Tipo: Esclarecimento da teoria.

TExp: Em que condições é que um prego enferruja?

Tipo: Esclarecimento da teoria.

O professor pode utilizar o método de trabalho experimental tendo em vista levar os alunos a atingir diversas finalidades [12, 13, 14, 15 e 16]: estimular interesse, aprender técnicas experimentais, desenvolver capacidades de manuseamento, aprender os processos da ciência, cimentar a aprendizagem do conhecimento científico. Para isso, o aluno irá planear e executar experiências, testar hipóteses, praticar capacidades, verificar princípios, resolver problemas.

Ao longo de toda a execução de um trabalho experimental e, em particular, de uma investigação, os alunos têm oportunidade de discutir o trabalho – com os colegas, o professor e outras pessoas – e incorporar sugestões relativas a melhorias e a avaliação. A discussão do trabalho é importante para o debate e esclarecimento de ideias; esta fase é relevante para o trabalho que os alunos realizam, à semelhança do que fazem cientistas e técnicos no trabalho que efectuam.

Tal como na demonstração, também no trabalho experimental o professor deve assegurar-se que os alunos estão a seguir o que o professor tem em vista. Para isso poderá utilizar uma sequência de pergunta/resposta, examinar os registos efectuados pelos alunos, acompanhar os diálogos que decorrem nos grupos de trabalho.

Por vezes os professores adoptam uma posição em que os alunos aprendem conhecimento científico, em métodos supostamente baseados numa metodologia científica. É absurdo sugerir que os objectivos da compreensão do conhecimento da ciência e a aprendizagem do conhecimento científico requeiram que os alunos sejam postos na situação de aprenderem o conteúdo através do método. Existe aqui um conflito entre a validade epistemológica e a necessidade de estratégias de aprendizagem [17]. O conflito provém da confusão patente em currículos e programas que pressupõem que a utilização de trabalho experimental na aula está directamente relacionada com a fase experimental do método da ciência. É interessante constatar que os alunos também admitem que existe uma correspondência directa entre «trabalho de laboratório» realizado na escola e o trabalho que os cientistas realizam no laboratório.

Trabalho experimental

Numa aula em que o professor recorra ao método de trabalho experimental os alunos têm oportunidade de manipular equipamento ou material com o fim de coligir dados. No Quadro 3 apresentam-se exemplos de trabalhos experimentais de diferentes tipos.

Caixas para experiências

As caixas para experiências resultam do agrupamento selectivo de um conjunto de materiais preparados para um determinado tipo de tarefa. Podem conter materiais reutilizáveis

do dia-a-dia. Constituem um excelente recurso que tanto pode ser obtido comercialmente ou em bancos de recursos como construído na escola pelos professores e alunos, envolvendo até a comunidade. Nesta linha, dos variados exemplos desenvolvidos a nível mundial conclui-se que, embora não se espere que os professores sejam os responsáveis da produção de todo o material que necessitam para as suas aulas, o papel formativo da preparação das caixas é de importância fundamental. O material construído sob os auspícios da UNESCO levou à produção, entre outros materiais [18, 19, 20, 21, 22, 23 e 24], de manuais para o ensino das ciências [18].

As caixas construídas na escola têm predominantemente materiais acessíveis e de manuseamento fácil [24, 25]. A embalagem exterior pode ser uma caixa de plástico de 20,5x14,5x9,5 cm³, com ou sem divisões interiores e tampa. Estas caixas amontoam-se com facilidade permitindo uma arrumação fácil e eficaz.

O material em pequena escala (MaPE) apresenta a vantagem de ser pequeno, se situar à escala do aluno; ser facilmente manuseável por ele, ser de baixo custo e de acesso fácil [21]. Como para as diferentes experiências são necessárias pequenas quantidades de reagente o custo das preparações é reduzido e as condições de segurança aumentadas. As caixas têm a vantagem do conteúdo ser de fácil preparação para cada grupo de alunos, de fácil distribuição no início da aula, de fácil utilização numa sala «normal» e, no final, de fácil limpeza e arrumação [25, 26].

Um outro recurso prático consiste em usar sacos de plástico para o estudo de reacções. Este recurso é de realização fácil e apresenta várias vantagens: baixo custo, limpeza fácil da sala após a experiência (basta recolher os sacos num saco de plástico grande). Exemplifica-se na Figura 5 o estudo da energia térmica libertada ou absorvida numa reacção.



FIGURA 5
Reacções em saco de plástico

Atendendo a que o papel de limpeza é um material que faz parte de quase todas as caixas é importante seleccionar-se um material de qualidade apropriado a este fim. O Quadro 4 apresenta uma sugestão de investigação a realizar com os alunos*.

* No livro de texto do curso de *Didáctica das Ciências da Natureza* [29] encontra uma descrição exhaustiva, sob a forma de uma ficha pedagógica, do modo de realizar esta actividade.

QUADRO 4

Teste de qualidade [27, 28]

Tema: Escolha de um papel de limpeza para incluir nas caixas de experiências, a partir de papel de cozinha.

Pretende-se efectuar uma escolha perante dados obtidos usando observação objectiva e quantificável.

Os alunos terão ocasião para conseguirem o seguinte:

- aplicar conceitos e processos de ciência e de matemática
- planear uma investigação, definindo os factores a considerar, os testes a realizar e o modo de conduzir os testes
- realizar experiências, medindo propriedades físicas e efectuando testes científicos com controlo de variáveis
- comparar características («qualidades») de diferentes produtos.
- registar resultados
- tirar conclusões

Duração: 2 a 3 aulas.

Cada escola possui determinados recursos: muitas das escolas não possuem todos os recursos e equipamentos. Assim, no sentido de rentabilizar a existência e utilização de alguns deles justifica-se a criação de um «banco de recursos» e eventualmente de um «banco de equipamento» para um conjunto de escolas. Através do «banco» podem efectuar-se «transacções» em regime de empréstimo do material e equipamento de várias escolas.

Referências

- [1] Schulman, L.S. & Tamir, P. (1973). Research on teaching in the natural sciences. In Travers, R.M., ed., *Second handbook of research on teaching*. pp. 1098-1148. Chicago: Rand McNally.
- [2] Pereira, M.P. (1988). Cientista – Teste pictórico. Comunicação apresentada no 11.º Encontro anual da SPQ. *Livro de resumos*. pp. ED-P26. Lisboa: SPQ.
- [3] Solomon, J. (1980). Teaching the history of science: is nothing sacred?. In Shortland, M. & Warwick, A., eds. (1989). *Teaching the history of science*. pp. 42-54. London: Basil Blackwell.
- [4] CNRS, *Science et imaginaire*. Paris: CAES du CNRS.
- [5] Ravetz, J.R. (1971). *Scientific knowledge and its social problems*. Oxford: Clarendon Press.
- [6] Hofacker, U. (1987). Por que queremos apresentar a Química para o cidadão e quem é cidadão? In Isuyama, R. & Tidemann, P., eds. (1987). *Anais da Nona Conferência Internacional de Educação em Química*. pp. 133-153. São Paulo: Universidade de S. Paulo.
- [7] Danblon, P. (1991). Química, media e cultura. In Pestana, M.E. & Pereira, M.P., eds. (1991). *Actas do 1.º ESQIOL «Química, encruzilhada de disciplinas»*. Lisboa: SPQ.
- [8] Solomon, J. (1990). *Teaching children in the laboratory*. London: Croom Helm.
- [9] Pereira, M.P. (1987). Modelos na interpretação da estrutura da matéria. Conferência Plenária no 10.º Encontro anual da SPQ. Porto: SPQ.
- [10] Pereira, M.P. (1990). *Equilíbrio químico – dificuldades de aprendizagem e sugestões didácticas*, p. 44. Lisboa: SPQ.
- [11] Taylor, C. (1988). *the art and science of lecture demonstration*. Bristol: Adam Higher.

[12] Woolnough, B. & Allsop, T. (1985). *Practical work in science*. Cambridge: Cambridge University Press.

[13] Tamir, P. (1991) Practical work in school science: analysis of current practice. In Woolnough, B., ed. (1991). *Practical science*. Cap. 3. Milton Keynes: Open University Press.

[14] Lunetta, V.N. (1988). Laboratory/practical activities in science education. In Thijs, G.D., Boer, H.H. & Stoll, C.J. (1988). *Learning difficulties and teaching strategies in secondary science and mathematics*. pp. 164-181. Amsterdam: Free University Press.

[15] Lunetta, V.N. (1991). Actividades práticas no ensino das ciências. *Revista de Educação*, 2 (1), 81-90.

[16] Gardner, M., ed. (1990). *LABS - Laboratory Assessment builds success*. Berkeley: Lawrence Hall of Science.

[17] Hodson, D. (1985). Philosophy of science, science, and science education. *Studies in Science Education*, 12, 25-27.

[18] UNESCO (1973). *Novo manual da UNESCO para o ensino das ciências*. Paris: UNESCO.

[19] Lowe, N., ed. (1985). *Low cost equipment for science and technology education*. ED. 85/WS. 60. Paris: UNESCO.

[20] Lowe, N., ed (1986). *Low cost equipment for science and technology education*. ED. 86/WS. 110. Paris: UNESCO.

[21] UNESCO (1990). *Low-cost science and technology materials at the senior middle school lower grade levels*. Paris: UNESCO.

[22] CIFEC (1985). *Atelier de fabrication et d'utilisation du «petit matériel»*. Montpellier: CIFEC.

[23] Thulstrup, E., Waddington, D.J., eds. (1983). *Locally produced laboratory equipment*. Copenhagen: Royal Danish Scholl of Educational Studies.

[24] Lockard, D., ed. (1972). *Guide book to constructing inexpensive science teaching equipment*. Maryland: University of Maryland.

[25] Pereira, M. P. (1991). Trabalho experimental – «kit» para o estudo do oxigênio. *Boletim SPQ*, 44/45, 41-43.

[26] Figueiredo, A., Malhoa Gomes, M.M., Pereira, M.P. (1991). A questão do trabalho experimental na formação de professores de Química. *Formação de Professores – realidades e perspectivas*. 317-321. Aveiro: Universidade de Aveiro.

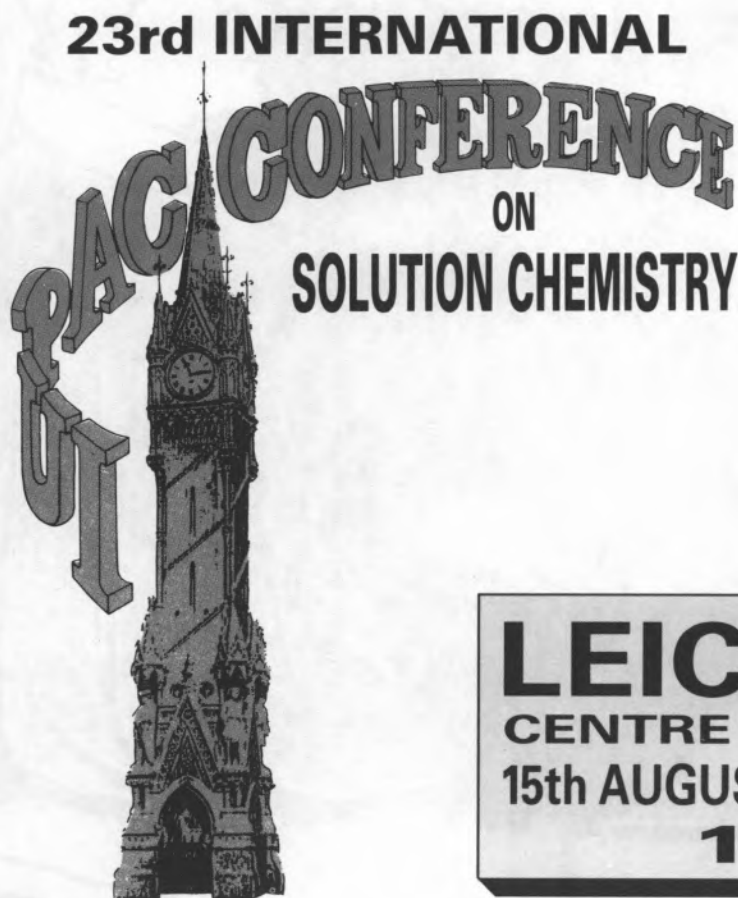
[27] Lock, R. (1987). Practical work. In Foster, D. & Lock, R., eds. (1987). *Teaching science 11-13*, pp. 45-56. London: Croom Helm.

[28] Sneider, C.I. & Barber, J. (1987). *Paper towel testing*. Col. GEMS, Great Explorations in Math and Science. Berkeley: Lawrence Hall of Science.

[29] Pereira, M.P., coord. (1992). *Didáctica das Ciências da Natureza*. Lisboa: Universidade Aberta (no prelo).

[30] Blishen, E., ed. (1969). *The school that I'd like*. Harmondsworth: Penguin.

[31] White, R. with Brockington, D. (1983). *Tales out of school – consumer's view of British education*. London: Routledge & Kegan Paul.



**Solute-Solvent
Interactions studied using
Thermodynamics,
Spectroscopy and Kinetics.**

**Role of Solvent in
Biological Processes**

**Micelles, Microemulsions
and other Organised Media**

**Solutions under Extreme
Conditions**

**LEICESTER
CENTRE OF ENGLAND
15th AUGUST to 21st AUGUST
1993**

