

O "SATIS 16-19: Science and Technology in Society"

MARIANA P. PEREIRA*

Este artigo pretende mostrar que o SATIS 16-19 é um importante banco de recurso para o ensino das ciências e realçar o papel relevante do trabalho dos professores no seu desenvolvimento e produção.

O SATIS, *Science and Technology in Society* — onde se insere o SATIS 16-19 — será, talvez, pouco conhecido entre muitos dos sócios da SPQ, embora já tenha sido alvo de várias acções de divulgação, uma das quais através da referência à unidade sobre os CFC, no 13º Encontro da SPQ [1]. É publicado pela Association for Science Education (ASE), uma das mais fortes associações de professores de ciências do mundo [2].

A problemática de Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) tem estado presente, há vários anos, não só nos documentos de discussão de linhas curriculares, como nos próprios materiais produzidos pela ASE que, logo no início da década de 80, publicou dois bons projectos sobre Ciência e Sociedade. Trata-se de *Science in Society* [3] e *Science in Social Context*. Na sequência destas publicações, a ASE alargou depois o seu trabalho delineando o projecto *SATIS-Science and Technology in Society*. Estes três projectos, que não serão abordados neste artigo, são aqui referidos para situar o Projecto SATIS 16-19, dirigido por Andrew Hunt, e cujo volume 4, englobando as unidades 76 a 100, foi recentemente adquirido pela SPQ e encontra-se à disposição dos sócios na Sede.

O *SATIS 16-19* é um projecto CTS, constituído por unidades que focam a ciência e as suas relações com a tecnologia e a sociedade. Destina-se a alunos no nível etário 16 a 19 anos, isto é, alunos que têm um bom nível de conhecimentos em ciência e já desenvolveram capacidades básicas — nomeadamente de análise, de interpretação e de comunicação de dados e resultados (apresentados na forma de gráficos ou

tabelas). O material constante das unidades, desde que não alterado, pode ser livremente copiado pela escola que o adquirir para utilização pelos seus alunos, sem infringir o *copyright*. É comercializado sob a forma de um dossier; esta forma possibilita o arquivo de referências adicionais sobre os temas.

A abrir o volume 4 do SATIS 16-19, após a apresentação do projecto e dos livros de apoio, encontra-se um Guia, com várias secções. Numa primeira secção explica-se o formato das unidades, compreendendo quatro componentes: (i) as notas para o professor (referindo os tópicos a explorar, as capacidades a desenvolver, a estrutura da unidade, as ligações com outras unidades SATIS, uma sugestão de abordagem e a indicação de outras fontes recentes de informação); (ii) o guia de estudo, onde se sugerem actividades para os alunos; (iii) as páginas de informação, com a indicação de novas ideias e de assuntos e aplicações relacionados com a ciência e a tecnologia, apresentadas sob modos diversos, como artigos de jornais, tabelas, mapas, diagramas, relativamente aos quais os alunos têm de lhes dar sentido e forma apropriados, por exemplo, escrevendo uma carta, redigindo um artigo ou elaborando um painel.

A secção seguinte contém uma sinopse de cada unidade, incluindo uma descrição sumária das actividades para os alunos. Identificam-se ainda as diferentes metodologias de ensino passíveis de serem aplicadas, indicando-se em que unidades se utilizam. Assim, facilita-se a visualização das metodologias activas (e de "novos" recursos) nas unidades SATIS 16-19, como: análise de dados (com recurso à folha de cálculo); construção e interpretação de diagramas e mapas; debate; design e implementação; jogo de papéis e dramatização; especulação e tempestade cerebral; estudos de caso; modelação (com recurso a computadores); pesquisa (recorrendo a uma base de dados); resolução de problemas e tomada de decisão; relato técnico e

relato para um público não especialista.

Finalmente as unidades são classificadas consoante as áreas que focam e as disciplinas de estudo. As áreas em foco são, por exemplo, a natureza da Ciência; a natureza da tecnologia; a tomada de decisão na sociedade, relacionada com a ciência e a tecnologia; a agricultura e a horticultura; a conservação de alimentos; a indústria; os materiais; os recursos energéticos; os recursos minerais e a água; a qualidade dos produtos e a segurança; as questões ambientais; a saúde e a medicina; as tecnologias de comunicação. Nas disciplinas de estudo — Biologia, Ciências do Ambiente, Ciências da Terra, Física e Química — são explicitados os temas e os contextos, as capacidades e os tópicos dos programas. Relativamente à Química, e referindo-nos agora ao que existe nos quatro conjuntos de unidades, tem-se:

— *Temas e contextos*: aspectos da química ligados à saúde e à segurança; aspectos económicos; tecnologia química e indústria; a química e os seres vivos; química da cor; recursos minerais e água; propriedades e utilização dos materiais.

— *Capacidades*: análise e interpretação de dados (em tabelas, gráficos e quadros); cálculos (envolvendo a quantidade de substância, ou variação de energia, por exemplo); modelação molecular; investigações experimentais; relato escrito; relato oral.

— *Tópicos dos programas*: estrutura atómica e ligação; catálise; química do carbono — hidrocarbonetos, derivados halogenados, compostos oxigenados; técnicas de química — cromatografia, espectrometria de IR, espectrometria de massa, espectrometria NMR, titulação; variações de energia durante os processos químicos, equilíbrio, factores que afectam a localização de uma indústria; isomerismo, incluindo quiralidade; tabela periódica — elementos do bloco d, do grupo 3, do grupo 7; mudanças de fase, radioactividade, solubilidade, estados da matéria — sistemas coloidais; reacções — de ácido-base, de hidrólise, de precipi-

TABELA 1

Temas, tópicos, capacidades e actividades das unidades do SATIS 16-19 ligadas a assuntos de Química

Unidade 78

Working in production*Temas:* Tecnologia química na indústria*Tópicos dos programas:* Trabalho na indústria*Capacidades:* Trabalho em grupo, Análise crítica*Actividades:* Simulação de produção

Unidade 81

Ethanol - is it the fuel for the future*Temas:* Tecnologia química na indústria, Química ambiental, incluindo poluição e seu controlo*Tópicos dos programas:* Biomassa*Capacidades:* Comunicação oral, Análise de argumentos*Actividades:* Debate, Jogo de simulação

Unidade 89

Handedness*Temas:* Química nos sistemas vivos (saúde e aspectos de segurança).*Tópicos dos programas:* Isomerismo*Capacidades:* Modelação, Visualização a três dimensões, Comunicação oral*Actividades:* Modelação molecular, Conferência para um público não especialista

Unidade 90

Do we need zinc*Temas:* Química nos sistemas vivos, Saúde e aspectos de segurança da Química*Tópicos dos programas:* Técnicas de Química - titulações, Reacções químicas - complexação*Capacidades:* Planeamento e realização de uma experiência, Comunicação oral*Actividades:* Investigação experimental, Debate

Unidade 91

Helping asthmatics*Temas:* Química nos sistemas vivos, Química do carbono, Saúde e aspectos de segurança da Química*Tópicos dos programas:* Técnicas de Química - IR, Solubilidade*Capacidades:* Análise e interpretação de dados, Realização de cálculos*Actividades:* Análise e interpretação de dados, Realização de cálculos - quantidade de substância

Unidade 92

Printed circuit boards*Temas:* Tecnologia química na indústria, Propriedades e utilização de materiais*Tópicos dos programas:* Catálise, Tabela periódica - bloco d, Reacções químicas - complexação, Reacções químicas - reacções redox*Capacidades:* Design, Planeamento e realização de uma experiência*Actividades:* Produção de um diagrama, Investigação experimental

Unidade 93

Biblical Metals*Temas:* Propriedades e utilizações de materiais*Capacidades:* Comunicação oral: Comunicação escrita, Leitura e interpretação, Pesquisa e selecção*Actividades:* Relato oral - redacção de um documento (artigo), Leitura e resposta a questões estruturadas, Pesquisa em base de dados

Unidade 95

Acidification - getting the message across*Temas:* Química ambiental, incluindo poluição e seu controlo; Recursos minerais e água*Capacidades:* Design, Comunicação escrita, Pesquisa e selecção*Actividades:* Produção de um diagrama ou de um painel, Produção de relato escrito, Pesquisa em bases de dados

tação iónica, redox, com radicais livres.

No conjunto 4 das unidades SATIS, os títulos das unidades mais ligadas a assuntos de Química encontram-se referidos na Tabela 1, onde também se indicam os tópicos, as capacidades e as actividades aí incluídas.

O SATIS é produzido por professores que trabalham voluntariamente para, em conjunto, discutirem a produção de unidades, compartilhando ideias relativas a temas motivadores para os alunos. Para obterem um ponto de vista actualizado sobre o estado de desenvolvimento dos temas, os professores compilam artigos de revistas e pedem a colaboração de especialistas em instituições profissionais e em outras organizações. Para delinearem metodologias apropriadas consultam elementos e especialistas da área. Apoiados pela sua prática docente, elaboram então uma primeira versão da unidade; esta é editada por uma pequena equipa de professores-editores e é testada em escolas com professores e alunos. A fase seguinte corresponde à preparação do conjunto de unidades, como é o caso do SATIS 16-19 - volume 4. Como resultado obtém-se um importante banco de recursos no ensino das ciências.

Para ilustrar os aspectos das unidades, apresentam-se extractos de duas delas.

NOTAS

1. Na comunicação intitulada "Ciência para o cientista, ciência para o cidadão - uma conciliação possível e necessária" apresentada no Encontro em Janeiro de 1992, referiu-se o SATIS 16-19 e, nomeadamente, a unidade 12 "Trouble with CFC" (Oliveira V. & Pereira, M.. Resumos do 13º Encontro Anual da Sociedade Portuguesa de Química, E2, Lisboa, 1992)

2. Tem-se conhecimento que alguns sócios da SPQ são sócios da ASE. Lembra-se ainda que há onze anos foi publicado um artigo sobre "O que é a ASE?" (M. Pereira, *Boletim da SPQ* (1980), 49-50)

3. Em 1984, no 7º Encontro Anual da SPQ, o Dr. R. Ingle orientou uma oficina de trabalho sobre um dos "populares" exercícios de simulação e tomada de decisão do Projecto *Science in Society*, sobre a exploração de diferentes fontes de energia, cuja tradução foi autorizada para utilização no Encontro.

Do we need zinc?

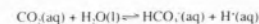
Questions

- 3.3 What shape (coordination geometry) would you expect for 5- and 6- coordinate complexes of zinc?
- 3.4 The pH of an aqueous solution of zinc sulphate is significantly below 7. Can you account for this?
- 3.5 Aluminium(III) and iron(III) are metal ions with high polarising power which cause coordinated water molecules to lose protons. How does the ratio of charge to size for zinc compare with the same ratios for aluminium and iron?
- 3.6 A zinc ion can form a complex with the glycinate ion which is a bidentate ligand. The formula of the complex is: $\text{Zn}(\text{glycinate})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$. The glycinate ion is: $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CO}_2^-$, suggest how it coordinates with the $\text{Zn}(\text{II})$ ion and the probable shape of the complex. You will find it helpful to try to make a molecular model of the structure.

Although the full chemical role of zinc in most metabolic pathways is very far from understood, an example is given here which illustrates some of the factors in table 5 on page 6.

Carbonic anhydrase

Carbonic anhydrase is an enzyme in the red blood cells of mammals. It was the first zinc metallo-enzyme to be discovered (in 1940). It regulates the carbon dioxide level in the blood by catalysing the slow equilibrium reaction:



It increases both forward and back reactions by a factor of 10^7 compared with the uncatalysed rate. The enzyme contains one Zn^{2+} ion coordinated to three N atoms (from histidine units) and to one O (in a water molecule).

Questions

- 3.7 Can you propose a mechanism for the catalytic activity of the zinc enzyme given that it is known that in the presence of hydroxide ions the slow equilibrium process is replaced by the following fast reaction? (Table 6 may help you.)

$$\text{CO}_2(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{HCO}_3^-(\text{aq})$$
- 3.8 Cadmium and mercury are highly toxic. One of the reasons that they are poisonous is that they disrupt the action of metallo-enzymes containing zinc. Where do these metals appear in the Periodic Table? Suggest an explanation for their toxic effects.

Helping asthmatics

Part 2 A synthesis for salbutamol

One possible laboratory synthesis of salbutamol begins with aspirin. It is clearly an advantage to choose a starting material which is cheap and readily available in a pure state. Figure 7 shows the sequence of reactions used in the synthesis.

Organic reactions are notorious for their poor yields. There are sometimes several alternative 'side-reactions' making a variety of other products. Chemists have to devise ways of separating the by-products from the compound which they are trying to make. Also, most organic reactions reach a rather unsatisfactory equilibrium point and do not 'go to completion'. Compared with many other organic syntheses, the figures for the yields in the

synthesis of salbutamol from aspirin are exceptionally good (table 1).

Reaction step	Yield/per cent
1	85
2	60
3	75
4	55
5	60

Table 1 This table shows percentage of the theoretical yield for each of the separate steps of the synthesis in figure 7

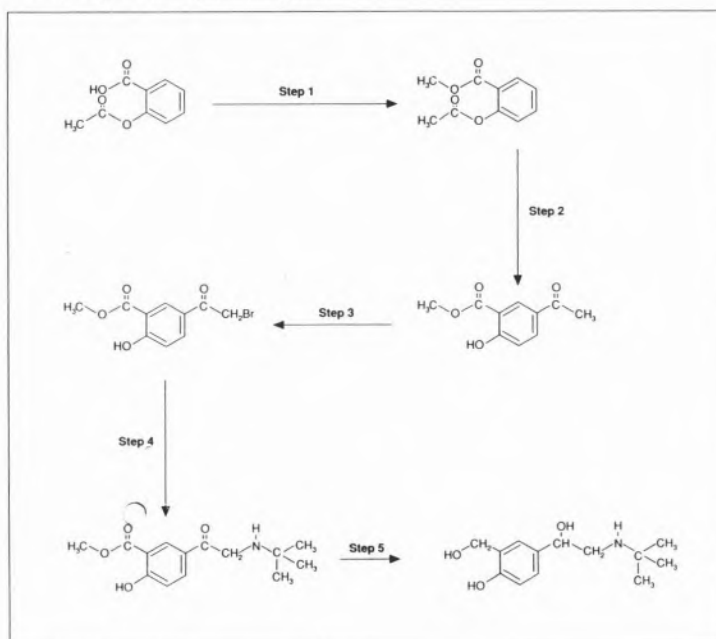


Figure 7 The five stages in the synthesis of salbutamol from aspirin