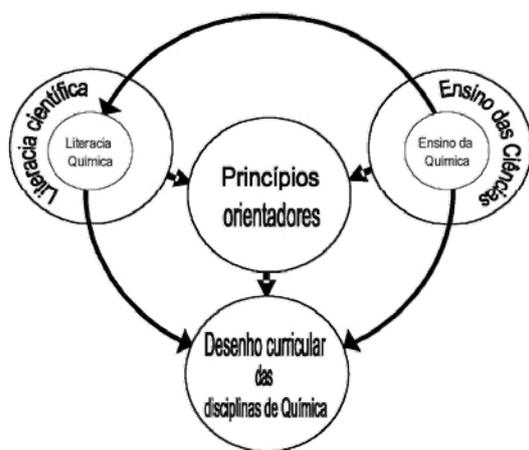


# Educação em Química e Ensino de Química

## Perspectivas curriculares – Parte II

ISABEL P. MARTINS<sup>1</sup>, MARIA OTILDE SIMÕES<sup>2</sup>, TERESA SOBRINHO SIMÕES<sup>3</sup>,  
JOSÉ MANUEL LOPES<sup>4</sup>, JOSÉ ALBERTO COSTA<sup>1</sup>, PAULO RIBEIRO-CLARO<sup>1</sup>



### Resumo

Este artigo é a continuação do que foi apresentado no Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, n.º 95, visando uma abordagem particular às relações da Literacia científica e da Literacia química com o Ensino da Química e aos princípios orientadores deste ensino, particularmente no que concerne ao Ensino Secundário, como se evidencia na Figura.

*Contribuições para o desenho curricular das disciplinas de Química*

### 1. Literacia Científica e Ensino das Ciências

Defendendo-se que a educação dos indivíduos em ciências, bem como em qualquer outro domínio, deverá ser um processo continuado ao longo de toda a vida, o ensino formal deverá ter como orientação de base o de **preparar os indivíduos em saberes básicos e competências que lhes permitam continuar o processo de aprendizagem**. Definir que saberes e competências são esses não é simples nem isento de polémicas. No caso particular das ciências, a questão de partida para a conceptualização do ensino formal **não deve ser "porquê ensinar ciências" mas "para quê"**, de modo a cada indivíduo poder compreender e ser capaz de se inserir de forma adequada na sociedade. Para que isto se efective há competências específicas que necessitam de ser alcançadas, em particular do domínio científico.

São três as dimensões a considerar: os saberes, as acções e os valores (Graber et al., 2001).

A **dimensão dos saberes** inclui: (1) **competências de conteúdo** (em vários domínios da ciência); (2) **competências epistemológicas** (visão geral sobre o significado da ciência como forma de ver o mundo, distinguindo-a de outras interpretações como a arte ou a religião).

A **dimensão das acções** inclui: (1) **competências de aprendizagem** (capacidade para usar diferentes estratégias de aprendizagem e de construção de conhecimento científico); (2) **competências sociais** (capacidade para cooperar em equipa, recolher dados, executar procedimentos ou interpretar, em termos gerais, informação científica); (3) **competências processuais** (capacidade para observar, experimentar, avaliar, interpretar gráficos, mobilizar destrezas matemáticas, por exemplo, estatística simples; usar modelos; analisar criticamente situações particulares, gerar e testar hipóteses); (4) **competências comunicativas** (capacidade para usar e compreender linguagem científica, registar, ler e argumentar usando informação científica).

A **dimensão dos valores** diz respeito a **competências éticas** (conhecimento de normas e sua relatividade em contextos locais e ainda do seu carácter temporal).

Até ao final da década de 80, foram concebidos e postos em prática diversos programas de educação formal e não formal, com ênfase na relevância social e cultural da ciência, atribuindo a esta dimensão do conhecimento competências específicas de responsabilidade social. Tais programas culminaram, no final dos anos 80 e década de 90, com a produção pela *American Association for the Advancement of Science* (AAAS) de importantes documentos organizadores dos currículos do ensino não superior. Trata-se do *Project 2061* cujo texto fundamental, publicado em 1989, intitulado *Science for all Americans* (versão portuguesa "Ciência para Todos", Gradiva, 1995), foi difundido em muitos outros países (Ware, 1997). Em 1993, com a publicação de *Benchmarks for Science Literacy* (AAAS, 1993; 2000) a AAAS explicitou os seus objectivos para a literacia científica dos jovens, um documento de grande importância para a de-

<sup>1</sup> Universidade de Aveiro; <sup>2</sup> Escola Secundária Almeida Garrett, V. N. Gaia; <sup>3</sup> Escola Secundária Soares dos Reis, Porto; <sup>4</sup> Escola Secundária Jaime Magalhães Lima, Aveiro.

finição de uma estrutura e de um desenho curricular de ciências, bem como para a concepção, desenvolvimento e avaliação dos recursos didáticos de apoio. Finalmente, em 1996, é publicado o *National Science Education Standards* sob a égide do *National Research Council* (NRC, Canadá, 1996), no qual se explicita o que os alunos deverão conhecer, compreender e ser capazes de fazer, desde o Jardim de Infância até final do ensino secundário. Nestes documentos são enunciados os princípios que devem orientar o desenho dos currículos escolares, a formação de professores, as práticas de ensino, a concepção de recursos didáticos e até o projecto educativo de Escola.

Também na Europa, em particular no Reino Unido, no final da década de noventa, com o apoio da *Nuffield Foundation* e da *Association for Science Education*, foi produzido o relatório "*Beyond 2000: science education for the future*" (Millar e Osborne, 1998), no qual se desenvolvem dez orientações para a construção de um currículo de Ciências. Destaca-se a Recomendação 5 – *O currículo de ciências deve contemplar aspectos da Tecnologia e aplicações da Ciência frequentemente omitidas, de forma a alcançar-se a literacia científica.*

É, pois, neste quadro mais vasto que procuraremos situar orientações a dar ao ensino da Química.

**O conhecimento químico é uma parcela fundamental do conhecimento científico pois contribui para a compreensão da natureza e do modo como se constituiu tudo aquilo que existe e permite ainda antever muitas transformações que poderão vir a ocorrer.** Poderíamos pois dizer que tem sentido falar numa "Química para Todos" que permita a todos os cidadãos alcançar uma *literacia química* capaz de se repercutir em competências para usar conhecimento químico em ambientes não escolares, seja no acompanhamento das descobertas científicas, na compreensão de argumentos usados nas controvérsias sobre a sua aplicação, seja ainda como consumidor ou a nível profissional.

## 2. Literacia Química e Ensino da Química

A defesa de um ensino da Química orientado para uma literacia química, implica que se tenham em conta três aspectos específicos principais: (1) a **estrutura do currículo**; (2) as **atividades geradoras de aprendizagens**; (3) os **modelos e práticas de formação de professores de Química**.

No presente trabalho faz-se o desenvolvimento (sumário) do primeiro tópico – **a estrutura do currículo**.

De entre as disciplinas escolares com imagem social mais débil estará, porventura, a Química. De facto, são frequentes as referências de cariz anti-social atribuindo a muitos produtos e/ou processos industriais a responsabilidade pela poluição ambiental, em vez de a tónica ser posta no modo como, socialmente, se fomenta o seu consumo. A par disto é ainda legítimo afirmar que o **conhecimento científico / químico da população em geral é diminuto**. Esta é uma conclusão possível de extrair dos inquéritos à cultura científica dos portugueses, em 1992 e 1996 (Rodrigues *et al*, 2000), onde se apurou que apenas um terço dos inquiridos respondeu de forma acertada às três questões (em doze) relativas ao conhecimento químico. Além disso, quando se pergunta àqueles que estudaram Química apenas na escolaridade obrigatória, que evocam aprendizagens de Química em contexto escolar **é frequente a referência à sua linguagem simbólica e representacional acompanhada de um forte desagrado e/ou da incompreensão sobre a aplicação de tal conhecimento**.

Ora, as exigências que socialmente têm vindo a assumir terreno sobre a **necessidade de um currículo de ciências que permita aos alunos apreciar, compreender e envolver-se progressivamente na tomada de decisões sobre questões com dimensão científico-tecnológica**, isto é, que os **alunos sejam agentes activos capazes de formular juízos de valor sobre argumentos relativos a questões socialmente controversas**, têm contribuído, desde os anos oitenta, para uma nova orientação para o ensino das Ciências: o movimento CTS (Ciência-

-Tecnologia-Sociedade). Muitos têm sido os países a aderir a esta perspectiva através de projectos específicos e, nalguns casos, **através de programas curriculares**, e até a própria UNESCO considerou prioritária a orientação do ensino das ciências na perspectiva CTS, a que o ensino em Portugal não poderá, nem deverá, ficar indiferente.

O interesse dos investigadores sobre a temática CTS tem vindo a crescer de forma notável, com muitos artigos nas revistas da especialidade, números temáticos (caso de *Alambique*, n.º 3, de 1995) e Congressos Internacionais (caso dos Seminários Ibéricos sobre CTS, o primeiro em Aveiro, 2000, o segundo em Valladolid, 2002 e o terceiro de novo em Aveiro, 2004, com a participação de investigadores ibero-americanos). (Existem excelentes trabalhos de síntese publicados. Ver, para referências, Membiela, 2001). Não é intenção deste trabalho desenvolver os fundamentos do movimento CTS para o ensino das ciências, em geral, e da Química, em particular, **mas não podemos deixar de salientar que em tal perspectiva, a qual advogamos, a organização dos currículos deve seguir temas sociais pertinentes**, de interesse também para os alunos e para cujo desenvolvimento e compreensão seja necessário aceder também ao conhecimento e compreensão de conceitos e princípios científicos/químicos de valor intrínseco. **A característica principal de tal organização curricular é a de proporcionar uma visão externalista da ciência**, apresentando temas-problema com que se debate a comunidade científica, o modo como procura soluções, os percursos que utiliza, os juízos de valor que pondera e como as soluções técnicas podem ser preteridas por razões e princípios éticos.

Como já se referiu na primeira parte deste trabalho, a esta visão de currículo opõe-se a visão que tem vigorado, do tipo internalista, dominada pelos conceitos considerados as peças fundamentais do corpo de conhecimentos válido. Segundo este ponto de vista, a ciência escolar deveria assumir uma posição de neutralidade técnica, despojando-se de quais-

quer outras dimensões como a ética, a social, a económica e a ambiental.

Programas de ensino da Química numa perspectiva CTS têm tido grande repercussão a partir de meados dos anos oitenta, nos Estados Unidos (*Chemistry in the Community-ChemCom*) apoiados pela *American Chemical Society*, e no Reino Unido (*Chemistry Salters*) desenvolvidos pelo *Science Education Group* da Universidade de York. No caso deste último projecto, foram feitas várias traduções e adaptações a outros contextos, em particular na América Latina e em Espanha.

A educação CTS pode assumir uma grande variedade de abordagens, mas a abordagem problemática tem sido a mais usada nos currículos. Nela **utilizam-se grandes temas-problema da actualidade como contextos relevantes para o desenvolvimento e aprofundamento de: conteúdos científicos permeados de valores e princípios; relações entre experiências educacionais e experiências de vida; temas actuais com valor social, nomeadamente problemas globais que preocupam a humanidade**. Para isso, recorre-se à combinação de actividades de formatos variados, ao envolvimento activo dos alunos na busca de informação e à utilização de recursos exteriores à escola (por exemplo, visitas de estudo devidamente preparadas). Esta perspectiva de organização do ensino das ciências (de Química ou de outra disciplina), por utilizar situações-problema reais é também designada por **ensino contextualizado** e tem vindo a ser praticada em muitos países (na Europa, América do Norte e do Sul, Ásia, Nova Zelândia e África do Sul) (Bennett, Holman, 2002). No entanto, é possível adoptar uma grande variedade de interpretações para "*o contexto*", mesmo de um programa de Química: a dimensão social, económica, ambiental, tecnológica e industrial.

A escolha dos contextos de abordagem da Química, sobretudo para alunos dos ensinos básico e secundário, deverá ser guiada por **critérios de relevância** para os próprios alunos. A este respeito há que desenvolver investigação que permita conhecer melhor as suas preferências. Alguns autores dizem que os con-

textos são sobretudo escolhidos pelos adultos na suposta presunção do seu interesse para os alunos. Apesar da escassez, a nível internacional, de estudos empíricos que sustentem decisões de autores de programas e das limitações inerentes ao carácter eminentemente pessoal que qualquer preferência encerra, podemos tomar como base um estudo realizado recentemente no nosso país (Costa, 2001). Este estudo envolveu uma amostra de 272 alunos que frequentavam a disciplina de Química no 1.º ano de uma Universidade Pública, e que eram provenientes de 88 Escolas Secundárias distintas distribuídas por todo o País onde haviam frequentado Química. Quando inquiridos sobre temas que gostariam de ver tratados em aulas de Química, e perante um leque de 24 temas propostos, foram notórias as preferências por alguns deles: efeito de estufa (75,6%), poluição atmosférica (68,1%), política dos RRRR's (reduzir, reutilizar, reciclar, repensar) (45,2%), energia nuclear (44,8%) e crise do petróleo (33,1%). **Estes dados permitem-nos inferir que estes alunos estariam, provavelmente, motivados para se envolverem no aprofundamento da sua compreensão sobre os temas referidos.**

Alguns críticos do ensino das ciências de base contextualizada têm vindo a advogar que tal abordagem é consumidora de tempo necessário para a consolidação de aprendizagens conceptuais, aquilo a que importa dedicar atenção no ensino formal das ciências. Ora, não será nunca possível evitar implicações das opções curriculares no conteúdo do currículo de Química, bem como nas estratégias de ensino correspondentes.

Relativamente ao conteúdo do currículo é evidente que a opção por determinados temas (e não por outros), condicionará o conteúdo do domínio conceptual distanciando-o daqueles conceitos previsíveis na perspectiva tradicional. A opção por domínios próximos dos alunos, contextos familiares, é uma via, possivelmente uma boa via para conceber um currículo orientado para a literacia científica. **Não será pois de esperar que os alunos alcancem todos os conceitos de uma disciplina de Química na perspectiva tradicional, já que irão desenvolver**

**muitas outras competências relevantes no domínio pessoal e social através de estratégias de ensino adequadas** (Pilling, Holman, Waddington, 2001).

Um aspecto muito importante do ensino em contexto é a sua **potencialidade para motivar os alunos mesmo para as aprendizagens conceptuais, no período de vigência do programa respectivo e posteriormente, aspecto que não põe em causa a qualidade das aprendizagens, mesmo do domínio conceptual da Química** conforme comprovado num estudo longitudinal com 400 alunos ingleses do final do secundário (Barker, Millar, 2000).

### 3. Princípios orientadores do ensino da Química

Tomam-se como princípios para o ensino da Química perspectivas de educação em ciência seguidas por muitos autores espalhados um pouco por todo o mundo, assumindo a democracia como um valor e, por isso, como um objectivo do desenvolvimento humano, e a ciência como um domínio que persegue ideais de bem para a Humanidade. É nesta perspectiva que muitos investigadores em desenvolvimento curricular vêm defendendo que a educação em Ciências deve perseguir ideais de **cultura científica dos alunos que promovam o desenvolvimento pessoal destes e lhes permitam alcançar uma participação social esclarecida**. No caso do Ensino Secundário podemos enunciar oito princípios orientadores do desenho de programas. Os exemplos elucidativos, em relação aos diversos princípios orientadores, têm como base o programa de Química do 12.º ano.

#### 3.1. Ensinar Química como um dos pilares da cultura do mundo moderno.

Os temas a desenvolver e os contextos escolhidos devem **privilegiar questões da actualidade onde se mobilizem conceitos químicos importantes na história das ideias em Química**, pela sua centralidade. Aliás, desde meados do século dezanove que se tem vindo a argumentar que todos os indivíduos cultos deveriam conhecer princípios que explicam como funciona o mundo, saber pensar de forma científica e interpretar

correctamente inter-relações ciência-sociedade.

A opção por temas envolvendo materiais diversos (por exemplo, metais, combustíveis e plásticos) permitirá desenvolver conceitos químicos centrais (ligação química, estrutura atómica e molecular, oxidação-redução, termoquímica, Tabela Periódica), **salientando a importância deste conhecimento para a interpretação de situações particulares**. É o caso da interpretação da diferença de propriedades de substâncias com estruturas distintas, metais, hidrocarbonetos e polímeros (ligação química e grupos funcionais), da degradação dos metais e formas de a minorar, da origem da energia dos combustíveis e das diferenças energéticas de vários combustíveis, da relação entre tipo de substância elementar (metal ou não-metal) e posição do elemento respectivo na Tabela Periódica, da variedade de materiais poliméricos em função da reactividade dos respectivos monómeros.

### 3.2. Ensinar Química para o dia a dia.

**O conhecimento químico deve ser útil para interpretar o que nos rodeia, como o mundo evolui e também como poderemos preservar os recursos existentes.** Importa, pois, seleccionar conceitos e princípios que possam dar este contributo.

Sendo a diversidade de materiais algo muito valorizado nas sociedades de consumo actuais, torna-se premente ajudar a compreender que muitos recursos estão a ser gastos a um ritmo insustentável para o Planeta e que, por isso, há que **encontrar formas de os poupar, de desenvolver alternativas e/ou de os reciclar**. É por esta razão que se incluem tópicos de processos de extracção e exploração de metais e de combustíveis, de recursos energéticos alternativos aos combustíveis fósseis, de fontes de matérias-primas não convencionais para a produção de polímeros, de reciclagem de metais, de materiais orgânicos, de vidros e de plásticos.

### 3.3. Ensinar Química como forma de interpretar o mundo.

**O conhecimento científico subjaz à mais evoluída e válida explicação sobre**

**a natureza** e é absolutamente necessário que os alunos distingam ciência de outras formas de pensar, que **reconheçam os limites da ciência** (por exemplo, questões que podem e que não podem ter resposta em ciência), a validade dos dados e dos procedimentos usados para os obter. O ensino da Química, uma ciência, deve ter este enquadramento.

A opção por **actividades prático-laboratoriais organizadas em torno de questões-problema** procura ser uma aproximação à situação com que se confrontam os cientistas e engenheiros: procurar resposta a uma questão determinada, organizando um procedimento, recolhendo dados, analisando-os e ponderando sobre a conclusão a tirar.

### 3.4. Ensinar Química para a cidadania.

**A educação em Química deve ajudar a lidar de forma informada com assuntos de relevância social, de modo a que os cidadãos possam actuar mais esclarecida e fundamentadamente em democracia.** Seleccionar temas geradores de controvérsias para exploração nas aulas de Química, analisando argumentos a favor e contra será uma via para desenvolver a capacidade de tomar decisões e, eventualmente, exprimirem opinião em debates sobre controvérsias em torno de temas sociais e descobertas científicas. Um programa de Química centrado em classes de materiais específicos, pode e deve incluir para cada uma delas o estudo do impacte ambiental. É o caso da exploração de metais, do consumo dos combustíveis fósseis e do esgotamento destes recursos, ou da forma de aumentar a biodegradabilidade dos plásticos. Também as metodologias de trabalho propostas aos alunos poderão ser fulcrais na concretização desta intenção; é o caso da **opção pelo envolvimento dos alunos na pesquisa de dados a favor e/ou contra determinada temática controversa e posterior solicitação para ponderar as consequências de uns e de outros**. Através destas actividades poder-se-á mostrar como o conhecimento científico é uma componente imprescindível no exercício da cidadania.

### 3.5. Ensinar Química para compreender a sua inter-relação com a tecnologia.

**A educação em Química deve ajudar a compreender as inter-relações Química-Tecnologia, em particular como o conhecimento científico influencia o desenvolvimento tecnológico e como o conhecimento tecnológico determina o desenvolvimento científico.**

Sendo grande parte do conhecimento químico actual indissociável de aplicações práticas com enorme repercussão na sociedade, **não é aceitável conduzir o ensino da Química à margem de uma indústria que disponibiliza bens que marcam o estilo das sociedades actuais, seja na melhoria da qualidade de vida (saúde, alimentação, transportes, vestuário, habitação, comunicações), seja no sobre-consumo de grupos mais favorecidos, aspecto que importa, aliás, discutir**. É, por isso, relevante consciencializar os alunos da importância social da actividade industrial, dos produtos industriais que marcam cada época, dos impactes ambientais desses produtos bem como dos processos que lhes deram origem. A opção por um programa centrado em materiais permitirá, para cada uma das classes representadas, que se refiram aspectos da tecnologia associada à sua obtenção e/ou transformação. Além disso, defende-se que a formação dos alunos neste domínio possa ser completada com uma visita a uma instalação industrial, de preferência num dos domínios estudados.

### 3.6. Ensinar Química para melhorar atitudes face a esta Ciência.

**A educação em Química deve proporcionar aos alunos formas de melhorarem a sua atitude perante o conhecimento químico, em particular combaterem a imagem social negativa da indústria química.**

A opção por um programa de Química focado em contextos reais e tendo como objecto de estudo produtos que todos utilizamos em actividades diárias, a maioria deles sem questionarmos a sua proveniência e o seu destino após o uso, permitirá discutir a importância económica e social da actividade industrial, neste caso envolvendo conhecimento

químico. Compreender também que é o conhecimento químico que permitirá aumentar a eficácia dos processos (por exemplo, uso de catalisadores na indústria), minimizar o impacto negativo para a saúde e ambiente (por exemplo, uso de aditivos para aumentar o índice de octanas da gasolina) e encontrar materiais capazes de substituir partes do corpo humano em caso de doença ou de acidente (por exemplo, obtenção de biomateriais).

### 3.7. Ensinar Química por razões estéticas.

O mundo natural apresenta-se com uma enorme **beleza intelectual através do conhecimento científico que permite explicar a sua origem, diversidade e evolução**. Promover a apropriação de saberes que permitam essa compreensão pode ser causa de deslumbramento intelectual. Compreender pode ser fonte de prazer, de beleza e de inspiração, aspecto fundamental para que os jovens se entusiasmem com o prosseguimento de carreiras científicas.

Dado serem muito variados os factores que determinam as preferências individuais por áreas de conhecimento distintas, e não ser linear afirmar qual é o saber que desperta maior motivação, considera-se que a opção por contextos reais, discutindo problemas actuais, muitos deles geradores de controvérsias, e onde o conhecimento científico surja como necessidade para alcançar resposta a algumas dessas questões poderá ser considerado interessante para os jovens e, eventualmente, estimulante para a procura de mais conhecimento nesse domínio.

### 3.8. Ensinar Química para preparar escolhas profissionais.

O ensino das ciências, e em particular da Química, deve proporcionar informação aos alunos sobre carreiras e actividades profissionais que utilizam conhecimento científico e técnico e sobre vias de estudos que confirmam habilitação específica. Ora, o ensino da Química contextualizado em actividades reais permitirá melhorar esse nível de compreensão. A escolha de materiais específicos, a ênfase na sua constituição e estrutura, nos processos de produção,

nas suas propriedades e aplicações poderão constituir caminhos para os jovens se interessarem por carreiras profissionais ligadas às Ciências Químicas e às Tecnologias, por exemplo, Engenharias. Mas poderão também entusiasmar-se pelas Ciências da Saúde se preferirem compreender sistemas biológicos ou formas de neles intervir. Embora se tenham de escolher classes de materiais específicos (não seria nunca possível esgotar todas as possibilidades), os tipos a seleccionar deverão **permitir compreender que a química dos materiais é importante em praticamente todos os sectores da actividade humana** (da saúde ao lazer, da construção à exploração do espaço, dos transportes à maquinaria industrial, da segurança ao combate ao terrorismo).

Em jeito de conclusão, reiteramos a necessidade de grandes investimentos para que os cidadãos possam alcançar níveis de cultura científica aceitáveis na lógica de utilizadores de conhecimento e sujeitos capazes de compreender e ponderar a dimensão científico-tecnológica de muitos dos problemas com que a sociedade hoje se confronta. Reconhece-se que a Escola é apenas um dos parceiros envolvidos no processo mas é, a nosso ver, porventura o agente mais determinante na estruturação das aprendizagens em Ciência e, em particular, da Química. Por isso, **o ensino formal da Química deve orientar-se por princípios de literacia química, sobretudo ao nível da escolaridade obrigatória, deve assumir objectivos de aprendizagem sobre o domínio macroscópico desde os primeiros anos de escolaridade e deve ser suficientemente aliciante para interessar os jovens pela continuação das suas aprendizagens.**

#### Bibliografia

AAAS – Project 2061 (1989). *Science for All Americans*. New York, Oxford: Oxford University Press.

AAAS – Project 2061 (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. New York, Oxford: Oxford University Press.

AAAS – Project 2061 (2000). *Designs for Science Literacy*. New York, Oxford: Oxford University Press.

Barker, V., Millar, R. (2000). Students' reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding: what changes occur during a context-based post-16 chemistry course? *International Journal of Science Education*, 22 (11), 1171-1200.

Bennett, J., Holman, J. (2002). Context-based approaches to the teaching of Chemistry: what are they and what are their effects?. Em J. K. Gilbert et al. (eds), *Chemical Education: Towards Research-based Practice*, (pp. 165-184), Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

Costa, M. C. F. F. (2001). *Orientações CTS e Ensino de Química no Secundário. Dissertação de Mestrado em Ensino de Física e Química* (não publicada), Aveiro: Universidade de Aveiro.

Graber, W., Nentwig, P., Becker, H.-J., Sumfleth, E., Pitton, A., Wollweber, K., Jorde, D. (2001). Scientific Literacy: From Theory to Practice. Em H. Behrendt et al. (editors), *Research in Science Education – Past, Present and Future*, (pp. 61-70), Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

Membriela, P. (editor) (2001). *Ensenanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea, S.A Ediciones, Colección Educación Hoy Estudios

Millar, R., Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: King's College London, School of Education.

NRC (1996). *National Science Education Standards*. Washington: National Academy Press.

Pilling, G., Holman, J., Waddington, D. (2001). *The Salters experience. Education in Chemistry*, 38 (5), 131-136.

Rodrigues, M.L., Duarte, J., Gravito, AP (2000). Os Portugueses perante a Ciência. O inquérito de 1996/97. Em M. E. Gonçalves (org.), *Cultura Científica e Participação Pública*, (pp. 33-39), Oeiras: Celta Editora

Ware, S. A. (1997). Science for All: Implications in the Chemistry Classroom. Em W. Gräber, C. Bolte (editors), *Scientific Literacy*, (pp. 257-274), Kiel: IPN

UNESCO, ICSU (1999). *Ciência para o Século XXI – Um novo Compromisso*. Paris: UNESCO.

Walberg, H. J., Paik, S. (1997). Scientific Literacy as an International Concern. Em W. Graber, C. Bolte (editors), *Scientific Literacy*, (pp. 143-166), Kiel: IPN.