

DOS PERCURSOS DE ENSINO DA QUÍMICA AOS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Isabel P. Martins
Universidade de Aveiro

Introdução

O conhecimento científico alcançado no século XX foi de tal modo elevado que a sua repercussão nos artefactos tecnológicos de uso diário foi mais sentida do que compreendida pelos cidadãos. Também a comunidade científica, crescendo a um ritmo não previsto, introduziu na própria ciência novas disciplinas em domínios de interface de que a Bioquímica é um exemplo paradigmático. No entanto, o público em geral não consegue acompanhar, ainda que de forma rudimentar, as questões científicas manifestando compreensão inadequada ou desconhecimento total.

Existe uma consciência generalizada de que é preciso fazer diferente na escola, enquanto principal responsável por muitas das aprendizagens estruturadas, mas falta acordo sobre que diferenças introduzir e a forma de as pôr em prática. A comunidade dos investigadores em educação em ciências, que tem crescido de forma notável, não conseguiu ainda entender-se sobre o que é essencial nessa mudança, o que se reflecte também na formação dos professores.

Educação científica e ensino de química

Existe um número cada vez maior de investigadores e educadores que advogam um ensino das ciências de orientação mais humanista entendido tal ensino como aquele que permite aos alunos compreender os fenómenos de cariz científico-tecnológico sejam eles do ambiente próximo ou mais remoto dos alunos, mas relativamente aos quais exista ou seja possível incentivar um interesse genuíno pela sua compreensão. Este tipo de educação em ciências que a escola deve ter como meta implica alterações nas finalidades do processo educativo, nos papéis do aluno e do professor, e nos objectos de estudo e suas abordagens didáctico-pedagógicas. (Ver, por exemplo, Cachapuz, Praia e Jorge, 2000).

De forma resumida, podemos destacar que a ênfase deve ser posta na educação e não na simples instrução científica, pelo que a construção de conceitos deve ser enquadrada num leque vasto de competências, atitudes e valores que permitam aos alunos compreender e valorizar o papel numa perspectiva global da ciência. A visão disciplinar representa uma via para aprofundamento de aspectos específicos em quadros de referência próprios, mas ao nível da ciência escolar a especialização disciplinar deve ser entendida como um contributo para uma visão interdisciplinar e transdisciplinar que a maioria dos problemas exige. Também a compreensão da história da ciência e de contextos sócio-culturais onde emergiu a produção de conhecimento científico ajudará à construção, por parte dos alunos, de uma visão mais humanista da ciência e dos cientistas.

Situando a presente discussão no âmbito da educação em ciências dos jovens, a nível básico e secundário, é merecedor de particular atenção o papel do professor e do aluno no processo de interacção didáctica. Destacamos dois pontos.

O primeiro diz respeito ao papel que se atribui ao ensino formal das ciências. Embora seja cada vez mais frequente a referência à insatisfação da sociedade sobre as aprendizagens alcançadas em ambiente escolar, não é de todo plausível conceber uma aprendizagem das ciências inteiramente à margem da escola para sectores apreciáveis da população. Tal posicionamento resulta da natureza contra-intuitiva de muitos dos princípios científicos, o que exige, portanto, a organização de estratégias de ensino apropriadas muitas delas recorrendo a actividades práticas e experimentais que só os professores preparados poderão conduzir e nas quais se utilizam equipamentos específicos, a maioria não acessíveis em ambientes não formais.

O segundo ponto tem a ver com as finalidades da instituição escolar enquanto sistema organizado de ensino que deve promover, em cada um, um conjunto de saberes, competências e capacidades fundamentais ao seu crescimento pessoal, social e profissional. As ciências terão sempre de fazer parte do leque de saberes básicos numa sociedade onde o conhecimento científico e tecnológico é, indubitavelmente, aquilo que mais distingue a época actual das anteriores. A escola será, porventura, a via primordial para esbater as diferenças sociais que existem na maioria dos países, mesmo naqueles de maior desenvolvimento económico. A educação científica das populações, entendida não como a educação de cientistas mas como a educação em ciência de todos, faz hoje parte do leque de preocupações dos responsáveis políticos, educadores e investigadores em todos os países desenvolvidos e em vias de desenvolvimento. Discutem-se e enunciam-se finalidades, objectivos e conteúdos curriculares e assume-se cada vez mais de forma explícita a necessidade de intervir para modificar os resultados que os estudos de avaliação internacional têm tornado públicos (Por exemplo, PISA 2000, 2001).

A partilha de pontos de vista entre investigadores e a vontade política que estes investigadores também ajudaram a emergir tornaram possível um movimento "explosivo" sobre o rumo do ensino das ciências. Nos Estados Unidos, e sobretudo a partir de meados da década de oitenta, destacam-se três grandes iniciativas que tiveram enorme repercussão também em outros países (Ware, 1997). Foi o caso do *Project 2061* lançado pela American Association for the Advancement of Science (AAAS) cujo texto fundamental, publicado em 1989, intitulado *Science for all Americans* (versão portuguesa "Ciência para Todos", Gradiva, 1995), foi difundido em muitos outros países. Em 1993, com a publicação de *Benchmarks for Science Literacy*, a AAAS explicitou os seus objectivos para a literacia científica dos jovens, um documento de grande importância para a definição de uma estrutura e um desenho curricular de ciências, bem como para a concepção, desenvolvimento e avaliação dos recursos didácticos de apoio. Finalmente, em 1996, é publicado o *National Science Education Standards* sob a égide do National Research Council (NRC), 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. O documento, considerado por alguns como pouco

ambicioso, não limita o que um curriculum escolar pode conter, mas tão-só define aquilo que não deve de todo excluir.

É, pois, neste quadro mais vasto que procuraremos situar orientações a dar ao ensino da Química. Ora, o conhecimento químico é uma parcela fundamental do conhecimento científico pois contribui para a compreensão da natureza e o modo como se constituiu tudo aquilo que existe e permite antever muitas transformações que virão 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.

Implicações no ensino formal 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 curriculum;
2. as actividades prático-laboratoriais-experimentais;
3. os modelos e práticas de formação de professores de Química.

Faz-se, em seguida, um desenvolvimento sumário de cada um destes tópicos.

A estrutura do curriculum

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 evoquem 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 curriculum de ciências que permita aos cidadãos apreciar, compreender e envolver-se 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. Muitos tem sido os países a aderir a esta perspectiva através de projectos específicos e, nalguns casos, através de programas curriculares, e a própria UNESCO considerou prioritária a orientação do ensino das ciências na perspectiva CTS. 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.2 3, de 1995) e Congressos Internacionais (caso dos Seminários Ibéricos sobre CTS, o primeiro em Aveiro, 2000 e o segundo em Valladolid, 2002). (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.

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 quaisquer 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*) apoiado pela American Chemical Society, e no Reino Unido (*Chemistry Salters*) desenvolvido pelo Science Education Group da Universidade de York. No caso deste último projecto foram feitas várias traduções e adaptações a outros contextos destacando-se a América Latina e a Espanha.

Ainda no âmbito da estrutura curricular outras medidas poderão ser tomadas a favor da aprendizagem da Química com mais significado. Destaca-se a necessidade de antecipar o início do seu ensino. Ora, desde os primeiros anos é possível introduzir as crianças na temática dos materiais, suas propriedades, diferenciação e classificação, ao nível descritivo e funcional. Esta abordagem de cariz macroscópico, é muito importante para que desde cedo se compreenda que tudo aquilo que existe tem uma proveniência, seja ela natural ou sintética e que, após o uso, todos os materiais darão origem a outros ainda que nem sempre de forma intencional.

Actividades práctico-laboratoriais-experimentais

É praticamente inimaginável para o cidadão comum minimamente escolarizado dissociar a Química do ambiente laboratorial, no qual se utilizam equipamentos próprios, substâncias específicas com algum grau de perigosidade e se "fazem experiências".

Pese embora o carácter eventualmente simplista e até ingénuo que esta posição poderá conter aos olhos daqueles que se têm debruçado sobre os aspectos epistemológicos e metodológicos do trabalho prático-laboratorial, defende-se desde já a necessidade de incluir no ensino escolar da Química as componentes prática, laboratorial e experimental.

Tem sido extensa a confusão entre professores e até entre investigadores sobre o sentido atribuído aos três termos o que torna difícil a comunicação e, portanto, a confrontação de pontos de vista, e que importa clarificar. Embora possam existir outras perspectivas, partilhamos o defendido por Leite (2001) baseado em trabalhos anteriores de Hodson (ver Leite, 2001, para referências).

De forma resumida, os três termos referem-se a actividades que podem ou não ligar-se entre si. A designação trabalho prático (ou actividade prática) aplica-se a todas as situações em que o aluno está activamente envolvido na realização de uma tarefa que pode ser ou não do tipo laboratorial. Assistir à exposição de um tema ou à realização de uma demonstração pelo professor não é, seguramente, uma actividade prática para o aluno.

Por trabalho laboratorial entende-se as actividades que decorrem no laboratório, com equipamentos próprios ou com estes mesmos equipamentos em outro local se isso não acarretar risco para a segurança. O trabalho laboratorial só será trabalho prático para o aluno se este for o executante da actividade. No entanto, as actividades prático-laboratoriais poderão ter diferentes graus de abertura (de actividades de procedimento guiado a investigações abertas onde o aluno concebe um percurso e o executa para dar resposta a uma questão-problema colocada) o que se repercute, necessariamente, em diferente valor educativo.

Quanto ao trabalho experimental, o termo aplica-se às actividades práticas onde existe manipulação de variáveis (variação provocada nos valores da variável independente em estudo, medição dos valores alcançados pela variável dependente com ela relacionada, e controlo dos valores das outras variáveis independentes que não estão em situação de estudo). Nestes termos, o trabalho experimental pode ser do tipo laboratorial ou não (por exemplo, estudos de simulação em ambientes virtuais não são trabalho laboratorial).

Ora, o ensino da Química virado para a literacia química necessita de uma componente que englobe as três dimensões. Em primeiro lugar, é praticamente consensual hoje que a aprendizagem efectiva requer que os alunos se envolvam activamente a nível psicomotor, cognitivo e afectivo. A Química como ramo do saber procura dar sentido ao mundo material e ampliar a sua diversidade inventando novas substâncias. Não será nunca possível alcançar o impacto desta ciência sem actividades práticas como sentir (cheirar e ver) e manusear as substâncias, compreender e explorar procedimentos, pesquisar informação, analisá-la e comunicá-la, elaborar um relatório, formular novas questões.

A dimensão laboratorial é indispensável para aceder ao conhecimento dos ambientes materiais e processuais onde a investigação química se desenvolve. É certo que os modernos laboratórios químicos em nada são comparáveis àqueles onde as primeiras descobertas de há dois séculos emergiram, mas existem ainda pequenos dispositivos e até ensaios que se baseiam nos mesmos princípios. Por maior que seja a evolução da Química computacional e do laboratório virtual, com vantagens notáveis na segurança e nos custos, será sempre incompleta a formação em Química daqueles que não entrarem num laboratório de Química. A manipulação, em segurança, de muitas substâncias e misturas exige equipamento próprio e local adequado. Fazer medições de grandezas, analisar uma amostra e confrontá-la com outras, purificar uma substância e realizar uma síntese simples são tarefas mínimas que a formação geral em Química deverá proporcionar a todos os alunos.

Sobre a dimensão experimental do trabalho prático na aprendizagem de Química a justificação para a sua inclusão recai sobre a natureza dos fenómenos que são objecto de estudo em Química. O conhecimento de muitos fenómenos foi alcançado quando se percecionou quais os factores que poderiam influenciar a sua ocorrência o que exigiu, em seguida, que cada um desses factores fosse estudado isoladamente. O recurso a ensaios controlados exige muitas vezes um ambiente laboratorial e exige sempre um procedimento metodologicamente acertado para determinação do efeito de cada uma das variáveis hipotéticas, à partida. No entanto, isto será sempre apenas parte do problema. Por exemplo, conhecer quais os factores que condicionam a rapidez da dissolução de um soluto num dado solvente e qual o efeito verificado pela variação de cada um deles, não significa que se saiba interpretar por que ocorre a dissolução, mas o modelo explicativo deverá contemplar uma interpretação da relação verificada. São situações deste tipo que têm levado muitos a defender que antes de saber explicar *porque* acontece, importa que o aluno tenha conhecimento sobre *o que* acontece. Esta perspectiva de trabalho prático-experimental que se defende num contexto de aprendizagem da Química está subjacente à maioria do trabalho do tipo investigativo que tem vindo a ser proposto e aprofundado com sucesso por vários investigadores, desde os primeiros anos de escolaridade (Watson, Goldsworthy, Wood-Robinson, 2000; Martins, 2002).

A Formação de Professores de Química

Estando a formação de professores de Química, no nosso País, a ser orientada por um ensino de Química de cariz predominantemente disciplinar/tradicional e apenas com uma disciplina de Didáctica da Química, tal orientação é, a nosso ver, responsável em grande parte pela não evolução das perspectivas de ensino que proliferam em muitas escolas básicas e secundárias. O que se passa com as práticas de ensino dos professores é equivalente ao que acontece com os alunos. De facto, estes saberão até alguns conceitos e princípios básicos de Química, mas desconhecem, na sua grande maioria, quaisquer inter-relações Química-Tecnologia e o impacto destas na Sociedade, ou como as questões sociais se reflectem nos próprios objectos de estudo da Ciência (Química). Também com os professores, expostos como foram a modelos de ensino tradicionais, não é plausível esperar que saibam como poderão ensinar Química numa

perspectiva mais externalista ou como organizar tarefas práticas de cariz experimental ou não, onde os alunos caminhem para uma educação em Química por oposição a uma mera instrução química. Para alcançar tal meta são necessárias intervenções articuladas. Apontam-se três:

1. Incluir nos cursos de formação inicial disciplinas de ciências de espectro alargado que permitam um conhecimento mais amplo de saberes do que aqueles que são estritamente específicos dum dado campo disciplinar e que permitam abordar, com mais confiança, relações da ciência com a tecnologia e a sociedade.
2. Os alunos futuros professores deverão ser envolvidos em projectos abertos de resolução de problemas e práticas que promovam a criatividade e o pensamento crítico. Esta orientação deve ser seguida nas disciplinas de formação específica e de Didáctica.
3. Investir na concepção e validação de estratégias e recursos didácticos que apoiem os professores e ajudem os alunos na aprendizagem. Os programas de formação inicial e contínua de professores de Química deverão contemplar percursos investigativos sobre concepção, desenvolvimento e avaliação de recursos didácticos e estratégias de ensino, ainda que de extensão reduzida, de modo a que os professores alcancem uma melhor compreensão do significado de inovação e possam tornar-se agentes críticos e activos dos processos de ensino e de aprendizagem.

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 da sua aprendizagem.

Bibliografia

Cachapuz, AF., Praia, J.E, Jorge, M.F'. (2000). Perspectivas de Ensino das Ciências. Em A Cachapuz (org.), Perspectivas de Ensino, Textos de Apoio, n.Q 1, Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciências.

Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das Ciências. Em H.V. Caetano e M.G. Santos (org.), Cadernos Didáticos de Ciências, volume 1, pp. 79-97, Lisboa: ME-DES

Martins, I.P. (2002). Aprender a Llevar a cabo una investigación en los primeiros anos de escolaridad. AULA de Innovación Educativa, nQ 113-114

Membiela, P. (editor) (2001). Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva CienciaTecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía. Madrid: Narcea, S.A Ediciones, Colección Educación Hoy Estudios

Rodrigues, M.L., Duarte, J. e 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

Watson, R., Goldsworthy, A, Wood-Robinson, V. (2000). Beyond the fair test. Em J. Sears, P. Sorensen (editors), Issues in science teaching, pp. 70-79, London and New York: Routledge Falmer.

Como citar este texto:

Martins, I. P. (2003). Dos Percursos de Ensino da Química aos Desafios da Educação Científica. Em A. Neto *et al.* (org.), *Didáticas e Metodologias de Educação - Percursos e Desafios*, Vol. II (pp. 1097-1103), Évora: Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora.