

CIÊNCIA E EDUCAÇÃO: QUE RELAÇÃO?

Pedro Reis

Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Santarém
Centro de Investigação em Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
PedroRochaReis@netcabo.pt

Resumo

Neste artigo discutem-se diversos argumentos invocados na justificação de uma educação científica alargada a toda a população e um dos *slogans* que tem sido mais utilizado com o objectivo de mobilizar a sociedade em torno de determinadas ideias e propostas de mudança relativamente à educação em ciência: literacia científica. Apresentam-se diferentes definições do conceito de literacia científica, os diversos elementos que as caracterizam e as propostas dos seus autores no sentido de as operacionalizarem através da educação formal e não-formal.

Palavras-chave: Ciência; Educação em ciência; Literacia científica.

Abstract

This paper discusses (1) some arguments invoked to justify a scientific education for all, and (2) the definition of “scientific literacy”: one of the slogans more widely used to mobilize the society around the objective of promoting a science education for all citizens.

Key Words: Science; Science Education; Scientific literacy.

Discutindo as Finalidades da Educação em Ciência

Desde o século XIX têm proliferado os apelos, de proveniências distintas (políticos, empregadores, cientistas, educadores, meios de comunicação social...), no sentido de uma educação científica alargada a toda a população. As razões apontadas para tal alargamento têm variado de acordo com o contexto social e político da época e as percepções de cada um daqueles sectores da sociedade relativamente às finalidades dessa educação (DeBoer, 2000; Freire, 1993). Actualmente, o



conhecimento da ciência pela população – ciência para todos – é um objectivo de muitos países, expresso através dos seus currículos de ciências (Fensham, 1997) e de inúmeras iniciativas como a revitalização dos museus, a realização de colóquios e debates, o alargamento do espaço destinado à ciência nos meios de comunicação social e a organização de grandes exposições e feiras de ciência (Queiroz, 1998). De acordo com vários autores, os argumentos mais referidos pela literatura das últimas décadas, para justificar uma educação científica alargada a todos os alunos, são de natureza económica, utilitária, cultural, democrática e moral (Millar, 2002; Osborne, 2000; Thomas e Durant, 1987; Wellington, 2001).

De acordo com o argumento económico, a educação científica deve assegurar um fluxo constante de engenheiros e cientistas capazes de garantirem o desenvolvimento científico e tecnológico e, conseqüentemente, a prosperidade económica e a competitividade internacional do seu país. Segundo esta perspectiva, comum desde o século XIX, o ensino das ciências deverá proporcionar uma preparação pré-profissional e seleccionar os alunos mais aptos para uma carreira científica; os restantes alunos acabam por beneficiar deste ensino, ficando melhor preparados para as exigências de um mercado de trabalho onde a ciência e a tecnologia assumem uma importância crescente. Na opinião de alguns autores, este argumento, apesar de válido, suscita alguns problemas (Aikenhead, 2002; Osborne, 2000). Em primeiro lugar, até que ponto será lícito sujeitar todos os alunos a um currículo de ciência concebido (em termos de objectivos, conteúdos e metodologias) de acordo com as características do pequeno grupo que irá prosseguir estudos e, eventualmente, uma carreira na área da ciência. Para estes alunos, o currículo convencional de ciência é pouco relevante para as suas vidas actuais ou futuras (Hodson, 1998; Layton, Jenkins, Macgill e Davey, 1993; Millar e Osborne, 1998). Em segundo lugar, a investigação tem revelado que até mesmo os alunos mais inteligentes e criativos são desencorajados por currículos aborrecidos e irrelevantes, acabando por desistir de uma carreira científica (Solomon, 1993). Em terceiro lugar, estudos recentes sobre o trabalho dos cientistas sugerem que o conhecimento de ciência necessário à sua actividade, para além de ser bastante específico do contexto em que investigam, representa apenas um dos muitos requisitos necessários à sua profissão (Coles, 1998, citado por Osborne, 2000). Pelo contrário, vários outros requisitos considerados importantes pelos cientistas inquiridos nesse estudo (capacidades de análise e interpretação de dados, de trabalho em equipa e de comunicação fluente) são pouco valorizados pelos currículos actuais, marcados por uma grande ênfase factual.



O argumento utilitário defende que a educação científica deve proporcionar conhecimentos e desenvolver capacidades e atitudes indispensáveis à vida diária dos cidadãos. De acordo com este argumento, qualquer cidadão necessita: a) conhecimentos científicos (nomeadamente, sobre electricidade, fricção, anatomia e fisiologia humanas, saúde e doença, microbiologia e fotossíntese) que permitam uma experiência informada e inteligente com o mundo natural e a utilização dos artefactos e processos tecnológicos com que se depara no dia-a-dia; b) capacidades intelectuais indispensáveis à resolução de problemas da vida diária (por exemplo, analisar e interpretar dados, prever e formular hipóteses); e c) atitudes ou disposições úteis na vida diária e no trabalho (nomeadamente, uma forma racional e analítica de pensar, intuição, curiosidade e cepticismo). Contudo, segundo alguns autores, este argumento apresenta algumas falhas e, como tal, não deveria ser utilizado por professores ou gestores curriculares. Em primeiro lugar, e de acordo com Osborne (2000), numa sociedade tecnologicamente avançada a educação científica não tem grande impacto na capacidade dos alunos utilizarem artefactos tecnológicos. A sofisticação crescente dos artefactos (máquinas de lavar, computadores, gravadores de vídeo, etc.) simplificou imenso a sua utilização, ao ponto de apenas requerer capacidades mínimas, limitando-se a reparação de qualquer avaria à intervenção de especialistas. Logo, o cidadão comum não necessita de conhecimentos de ciência para trabalhar com a maioria dos artefactos. Em segundo lugar, o conjunto de conhecimentos e de capacidades necessário para o mercado de trabalho, além de ser difícil de estabelecer, sofre mutações constantes (Wellington, 1994, 2001). Assim, o que é considerado necessário hoje, poderá tornar-se obsoleto daqui a alguns anos. Em terceiro lugar, não existe qualquer garantia de que os conhecimentos de ciência apropriados na escola sejam aplicados na vida real, existindo mesmo alguns resultados de investigação contrários a esta assunção (Hodson, 1998). Para que tal possa acontecer, torna-se necessário um ensino de ciência que destaque a aplicabilidade e a relevância desses conteúdos e capacidades para a vida dos alunos, o que não acontece frequentemente.

Segundo o argumento cultural, a ciência constitui um aspecto marcante da nossa cultura que todos os cidadãos devem ter oportunidade e capacidade de apreciar e, como tal, merece um espaço no currículo. Desde a segunda metade do século XIX, considera-se que um indivíduo culto e bem informado deve possuir, por exemplo, algum conhecimento sobre o funcionamento do mundo natural, a forma científica de pensar e o efeito da ciência na sociedade. De acordo com este argumento, numa sociedade em que os temas de ciência ocupam um espaço crescente nos meios de



comunicação social, a educação científica deve promover a compreensão deste empreendimento e do grande feito e da luta árdua que representa, o que implicará: a) alguns conhecimentos sobre história da ciência, ética da ciência, argumentação em ciência e controvérsia científica; e b) uma ênfase maior na dimensão humana e menor na ciência como corpo de conhecimento. Contudo, por vezes, perante o crescimento de uma atitude anti-ciência entre a população, este argumento assume uma dimensão mais propagandística do que informativa e formativa: a ciência e a tecnologia são apresentadas como empreendimentos que conduzem inevitavelmente ao progresso e ao bem-estar da humanidade, sem uma discussão que contemple tanto as suas potencialidades como as suas limitações (Queiroz, 1998). Outras vezes, assume-se que a literacia científica da população se traduzirá num apoio incondicional ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia. No entanto, uma sociedade cientificamente literada dificilmente irá apoiar a ciência de forma acrítica. Várias situações mais ou menos recentes (por exemplo, os desastres de Chernobyl e de Bhopal, a crise das “vacas loucas” e os efeitos negativos sobre a saúde pública de alguns medicamentos e aditivos alimentares) têm informado a população relativamente aos limites e incertezas da ciência e da tecnologia, bem como das suas relações estreitas com a política e a economia. Logo, provavelmente, um aumento da literacia científica traduzir-se-á numa maior divisão e ambivalência das atitudes da população relativamente à ciência e às suas aplicações (Thomas, 1997).

O argumento democrático, bastante utilizado nos documentos mais recentes, propõe uma educação científica para todos como forma de assegurar a construção de uma sociedade mais democrática, onde todos os cidadãos se sintam capacitados para participar de forma crítica e reflexiva em discussões, debates e processos decisórios sobre assuntos de natureza sócio-científica (AAAS, 1989; Désautels e Laroche, 2003; Comissão Europeia e Fundação Calouste Gulbenkian, 1995; Galvão, 2001; Millar e Osborne, 1998; SCCC, 1996; Silva, Emídio e Grilo, 1988). A sociedade actual, marcada por dilemas morais e políticos suscitados pelo crescimento científico e tecnológico, só será verdadeiramente democrática quando as decisões sobre as opções científicas e tecnológicas deixarem de ser entendidas como responsabilidade exclusiva de especialistas, de governos nacionais ou instâncias internacionais (Queiroz, 1998). A ignorância e o medo da ciência e da tecnologia podem escravizar os cidadãos na servidão do século XXI, tornando-os estranhos na sua própria sociedade e completamente dependentes da opinião de especialistas (Prewitt, 1983). Os cidadãos necessitam, simultaneamente: a) de estar conscientes das eventuais implicações sociais, económicas, políticas e ambientais de determinadas opções



como, por exemplo, a introdução de organismos geneticamente modificados nos ecossistemas, a co-incineração de resíduos tóxicos em cimenteiras e a utilização de hormonas e antibióticos na pecuária; b) de desenvolver as competências necessárias à sua avaliação; e c) de conhecer as melhores formas de influenciar (de forma inteligente, responsável e democrática) as decisões políticas relativas a estes temas. Devem, ainda, possuir os conhecimentos e as capacidades indispensáveis à compreensão e à análise crítica das notícias sobre ciência e tecnologia divulgadas pelos meios de comunicação social. Assim, de acordo com este argumento, a educação científica deverá promover uma compreensão básica da ciência (nomeadamente, de como os cientistas trabalham e decidem o que é ciência legítima) e o desenvolvimento de uma atitude mais crítica que reconheça, simultaneamente, as potencialidades, as limitações e os comprometimentos ideológicos do empreendimento científico. Contudo, a prática corrente da educação em ciência promove a conformidade relativamente ao conhecimento autorizado e ao discurso científico, encorajando os alunos a procurarem a aprovação de uma autoridade legitimada para validar as suas acções, em vez de os implicar em discurso crítico e democrático (Désautels e Larochelle, 2003; Roth e Lee, 2002). Para além disso, a dificuldade de participação dos cidadãos em processos de discussão de questões sócio-científicas torna-se cada vez mais notória devido ao crescimento e especialização exponencial do conhecimento científico e à consequente dependência relativamente aos pareceres dos especialistas. Alguns autores chegam ao ponto de considerar que a complexidade científica de muitas destas questões torna este objectivo impraticável, devendo as decisões sobre questões de base científica ficar a cargo de especialistas (Shamos, 1995).

De acordo com o argumento moral, a educação científica permite o contacto com a prática científica e com todo um conjunto de normas, de obrigações morais e de princípios éticos a ela inerentes, úteis à sociedade em geral. No entanto, alguns autores discordam deste argumento chamando a atenção para a inexistência de evidências de que os cientistas adiram a estas normas (em contextos interiores e exteriores à ciência) mais do que qualquer outro grupo social (Barnes e Dolby, 1970).

Em Portugal, alguns destes argumentos são claramente perceptíveis na Lei de Bases do Sistema Educativo (Assembleia da República, 1986) que define as grandes finalidades do sistema educativo em geral e, conseqüentemente, da educação em ciência. A Lei de Bases do Sistema Educativo realça, nos seus princípios gerais, o papel da educação na “formação de cidadãos livres, responsáveis, autónomos e solidários”, “capazes de julgarem com espírito crítico e criativo o meio social em que



se integram e de se empenharem na sua transformação progressiva” (pontos 4 e 5, respectivamente). No artigo relativo aos princípios organizativos, estabelece que o sistema educativo se deve organizar de forma a “desenvolver a capacidade para o trabalho e proporcionar, com base numa sólida formação geral, uma formação específica para a ocupação de um justo lugar na vida activa”. Neste mesmo documento, os argumentos democrático, económico e cultural são evidentes em alguns dos objectivos propostos para os níveis de ensino Básico e Secundário (Art.^{os} 7º e 9º), nomeadamente: “Proporcionar a aquisição de atitudes autónomas, visando a formação de cidadãos civicamente responsáveis e democraticamente intervenientes na vida comunitária” (Ensino Básico) e “Assegurar o desenvolvimento do raciocínio, da reflexão e da curiosidade científica e o aprofundamento dos elementos fundamentais de uma cultura humanística, artística, científica e técnica que constituam suporte cognitivo e metodológico apropriado para o eventual prosseguimento de estudos e para a inserção na vida activa” (Ensino Secundário). Mais recentemente, o Currículo Nacional para o Ensino Básico destaca o papel da educação em ciência na preparação dos indivíduos: a) para um mercado de trabalho caracterizado pela insegurança e transitoriedade (através do desenvolvimento, por exemplo, de capacidades de comunicação e de aprendizagem ao longo da vida); e b) para a compreensão e o acompanhamento de debates sobre temas científicos e tecnológicos e suas implicações sociais (Ministério da Educação, 2001a). Este último argumento também é realçado no Programa de Biologia e Geologia para os 10º e 11º anos do Curso Geral de Ciências Naturais (Ministério da Educação, 2001b). Na introdução geral sublinha-se a importância deste currículo “na construção de cidadãos mais informados, responsáveis e intervenientes” capazes de “desempenharem o seu papel no seio da democracia participada” e de “garantirem a liberdade e o controlo sobre os abusos de poder e sobre a falta de transparência nas decisões políticas” (p. 4). De acordo com a introdução da componente de Biologia deste currículo, “a liberdade de formular opções (éticas, sócio-económicas e políticas) depende, entre outros aspectos, do grau de literacia biológica do cidadão” (p. 65).

Desde o século XIX, a discussão das finalidades da educação em ciência, tanto em Portugal como no estrangeiro, tem sido marcada por tensões entre os defensores destes diferentes argumentos (económicos, utilitários, culturais, democráticos e morais). Wellington (2001) refere algumas delas:

1. A tensão entre aqueles que justificam a educação científica pelo seu valor intrínseco (o conhecimento científico é um produto cultural de grande beleza, interesse e poder intelectual que ajuda a satisfazer a curiosidade humana

acerca do mundo natural) e os que o fazem pelo seu valor extrínseco (preparação para a vida, o trabalho ou a economia).

2. A tensão entre a intenção de preparar futuros cientistas e a de promover uma literacia científica para todos os alunos.
3. A tensão entre os defensores de um ensino da ciência como corpo de conhecimentos e os que propõem o ensino dos processos e métodos da ciência. Este debate centra-se, frequentemente, no carácter efémero do conhecimento factual e no carácter mais perene das capacidades e dos processos.
4. A tensão entre as propostas de uma educação científica académica (percepcionada como de elevado estatuto) e de uma educação científica vocacional mais relevante (de menor estatuto). Esta tensão está estreitamente ligada às tensões 1 e 2.
5. A tensão entre os defensores de um ensino da ciência centrado em conhecimento substantivo e os defensores de um ensino da ciência através das suas aplicações e consequências morais, sociais e ambientais. Este debate centra-se, por exemplo, (a) na necessidade de um ensino de ciência mais relevante, que destaque as suas aplicações, e (b) nas diferenças entre uma “educação *em* ciência” (marcada pelo conhecimento substantivo e preocupada com uma minoria da população – os cientistas), uma “educação *sobre* ciência” (com ênfase no desenho dos processos metodológicos de questionamento, experimentação e validade do conhecimento) e uma “educação *pela* ciência” (concebida para todos os alunos e preocupada com o desenvolvimento de conhecimentos, capacidades e atitudes considerados necessários ao exercício da cidadania).

Durante os últimos 50 anos, as conjunturas nacionais e internacionais e as motivações e os interesses de forças internas e externas à ciência têm (res)suscitado periodicamente estas tensões e originado propostas de política educativa que oscilam entre aqueles pólos. Algumas destas propostas têm recorrido a *slogans* específicos com o objectivo de mobilizar o maior número de cidadãos (decisores políticos, cientistas, educadores em ciência, meios de comunicação social, encarregados de educação, alunos, etc.) em torno das ideias que defendem e das mudanças que propõem. Entre os mais divulgados, o *slogan* “literacia científica” destaca-se pelo seu grande impacto na área da educação em ciência.



Discutindo o Conceito de Literacia Científica

Progressivamente, desde o seu aparecimento nos anos 50 do século XX (Conant, 1947, Hurd, 1958), o termo “literacia científica” passou a ser utilizado como sinónimo de “finalidades da educação científica” (Hodson, 1998; Shamos, 1995). A partir dos anos 80 do século XX, este *slogan* espalha-se por todo o mundo associado ao *slogan* de “ciência para todos” defendido pela UNESCO e por vários países (AAAS, 1989; SRC, 1984; UNESCO, 1983). Durante os últimos anos, a promoção da literacia científica tornou-se uma finalidade principal para os educadores em ciência (Kolstoe, 2000). No entanto, apesar desse termo representar um objectivo universalmente desejado e aceite, o seu significado não é claro (DeBoer, 2000; Eisenhart et al., 1996; Galbraith et al., 1997; Hodson, 1998; Jenkins, 1990). Segundo Shamos (1995), o facto do objectivo “literacia científica” nunca ter sido claramente definido em termos operacionais poderá estar na base do relativo insucesso dos educadores em alcançá-lo: “Actualmente, o objectivo da ‘literacia científica’ tornou-se praticamente sinónimo de ensino das ciências apesar da sua definição se manter vaga e de se desconhecerem os métodos para o alcançar” (p. 158).

Contudo, Jenkins (1997a) acredita que o facto da literacia científica constituir um *slogan* e não uma prescrição para a acção deve ser entendido como um aspecto positivo. Os *slogans* (expressão que, segundo este autor, deriva das palavras gaélicas *sluagh* e *gairm*, ou seja, “exército” e “grito”) continuam a ser invocados como gritos de reagrupamento de forças no sentido da obtenção e da alteração de ideias, servindo como meio de angariação de apoio político, educacional, social ou financeiro sem o inconveniente de ter que se explicar o significado dos termos envolvidos. Durante as últimas décadas, o *slogan* da literacia científica tem sido utilizado pelos educadores em ciência de todo o mundo para orientar o desenvolvimento curricular e as práticas de sala de aula (Aikenhead, 2002). Na opinião de Jenkins, é precisamente a imprecisão e a ambiguidade dos *slogans* que lhes conferem um papel significativo no desencadeamento de mudanças: o estatuto de *slogan* permite que se possam atribuir múltiplos significados e interpretações ao termo literacia científica, de acordo com as diferentes épocas e contextos em que é utilizado. Os *slogans* aparecem e desaparecem à medida que as realidades sociais mudam ao longo do tempo (Aikenhead, 2002).

Ao longo dos últimos 50 anos, um pouco por todo o mundo, têm sido apresentadas múltiplas definições de literacia científica centradas em diferentes aspectos. Já em 1987, Thomas e Durant, através de uma análise de literatura

publicada até esse momento, conseguiam identificar oito aspectos distintos incluídos na noção de literacia científica:

1. Uma apreciação da natureza, dos objectivos e das limitações gerais da ciência e um conhecimento básico da abordagem científica no que respeita, por exemplo, a (1) racionalidade de argumentos, (2) capacidade de generalizar, sistematizar e extrapolar, e (3) papéis da teoria e da observação.
2. Uma apreciação da natureza, dos objectivos e das limitações da tecnologia e de como estes diferem da ciência.
3. Um conhecimento do funcionamento da ciência e da tecnologia, nomeadamente, de aspectos como o financiamento da investigação, as convenções da prática científica e as relações entre investigação e desenvolvimento.
4. Uma apreciação das inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, incluindo o papel social dos cientistas e técnicos como especialistas e a estrutura de uma tomada de decisões relevante.
5. Um conhecimento geral da linguagem e de alguns constructos-chave da ciência.
6. A capacidade básica de interpretação de dados numéricos, nomeadamente, probabilísticos e estatísticos.
7. A capacidade de assimilação e de utilização de informação técnica e dos produtos da tecnologia.
8. Alguma ideia sobre as possíveis fontes de informação e de aconselhamento sobre questões relacionadas com ciência e tecnologia.

De acordo com uma análise realizada por Bisanz, Bisanz, Korpan e Zimmerman (1996), apesar desta multiplicidade de aspectos, é possível identificar três elementos comuns às diferentes definições de literacia científica: a) a familiaridade com factos, conceitos e processos científicos; b) o conhecimento de métodos e de procedimentos de investigação científica; e c) a compreensão do papel da ciência e da tecnologia na sociedade.

Numa das primeiras tentativas de clarificação, bastante centrada em conhecimentos, Pella e seus colaboradores (1966) sugeriram que a literacia científica envolve a compreensão: a) de conceitos básicos da ciência; b) da natureza da ciência; c) da ética que controla o cientista no seu trabalho; d) das inter-relações da ciência e da sociedade; e) das inter-relações da ciência e das humanidades; e f) das diferenças



entre ciência e tecnologia. Alguns anos mais tarde, Klopfer (1985) propõe uma definição envolvendo uma articulação equilibrada de conhecimentos, capacidades e atitudes, nomeadamente: a) conhecimento de factos, conceitos, princípios e teorias significativas; b) capacidade de aplicar conhecimentos relevantes sobre ciência a situações do dia-a-dia; c) capacidade de utilizar os processos do inquérito científico; d) compreensão de ideias gerais sobre as características da ciência e das suas interações com a tecnologia e a sociedade; e e) desenvolvimento de atitudes e interesses esclarecidos relacionados com a ciência.

O documento *Science for all americans: Project 2061*, produzido pela *American Association for the Advancement of Science*, em 1989, reforça a importância da interrelação do conhecimento, da diminuição da ênfase em informação pormenorizada e de uma maior ênfase na promoção de capacidades de pensamento. Aponta como objectivos a alcançar, tendo em vista a literacia científica: a) a familiarização com o mundo natural e o reconhecimento da sua diversidade e unicidade; b) a compreensão de conceitos e princípios chave da ciência; c) a tomada de consciência da dependência entre ciência, matemática e tecnologia; d) o conhecimento da ciência, da matemática e da tecnologia como empreendimentos humanos com potencialidades e limitações; e) a promoção da capacidade de pensar de forma científica; e f) a utilização de conhecimentos e de formas de pensamento científicos para objectivos individuais e colectivos. Este documento atribui especial importância a dois aspectos da literacia científica. O primeiro diz respeito ao desenvolvimento dos conhecimentos e das capacidades necessários à compreensão das ideias, pretensões e acontecimentos com que os cidadãos são confrontados no seu dia-a-dia, de forma a assegurar o que vários autores designam por “independência intelectual” (Aikenhead, 1990; Norris, 1997), ou seja, a capacidade de resistirem a discursos pouco familiares e intimidatórios provenientes de políticos e cientistas respeitáveis, bem como a propostas dogmáticas, fraudulentas ou simplistas. O segundo aspecto, realçado por este documento, consiste no reconhecimento da importância da ciência no desenvolvimento de soluções eficazes para problemas locais e globais e na promoção do respeito inteligente pela natureza, imprescindível à tomada de decisões sobre questões tecnológicas e à preservação do nosso sistema de suporte de vida.

Mais recentemente, o *Scottish Consultative Council on the Curriculum* (SCCC, 1996), preocupado com o facto de muitas definições de literacia científica não incluírem a capacidade e a vontade de agir, de uma forma ambientalmente responsável e socialmente justa, adoptou o termo “aptidão científica” (“scientific capability”) em substituição de literacia científica. Procurando destacar a importância



de uma educação científica orientada para a acção, descreveu a aptidão científica em termos de cinco aspectos distintos mas claramente interrelacionados: a) curiosidade científica – um hábito mental inquiridor; b) competência científica – a capacidade para investigar cientificamente; c) compreensão científica – a compreensão de ideias científicas e da forma como a ciência funciona; d) criatividade científica – a capacidade para pensar e agir criativamente; e e) sensibilidade científica – a consciência crítica do papel da ciência na sociedade combinada com uma atitude de cuidado e precaução. De acordo com o documento produzido pela SCCC (1996), “uma pessoa cientificamente apta, não possui apenas conhecimentos e capacidades sendo também capaz de mobilizar e aplicar os seus recursos de conhecimento e de capacidades de forma criativa e sensível, em resposta a uma questão, problema ou fenómeno” (p. 15). Logo, a aptidão científica não envolve apenas conhecimentos e capacidades mas também o desenvolvimento de qualidades pessoais e de atitudes e a formulação de ideias pessoais e a tomada de posição sobre uma variedade de assuntos com uma dimensão científica e/ou tecnológica.

Hodson (1998) vai um pouco mais longe considerando que qualquer currículo de ciências estará incompleto se, apesar de preparar para a acção, não incluir uma componente de acção sócio-política. Assim, ao propor o termo “literacia científica crítica universal” como grande finalidade para a educação científica, este autor marca a sua rejeição por uma educação diferenciada em cursos académicos/teóricos com alto estatuto, destinados a alunos com grandes capacidades, e cursos com menor estatuto, orientados no sentido de capacidades para a vida, para os restantes alunos. Portanto, defende a promoção de uma literacia científica crítica em todos os cidadãos, através de uma educação científica, centrada em assuntos e muito mais politizada, cujo objectivo central consista em “equipar os alunos com a capacidade e o comprometimento de realizar acções apropriadas, responsáveis e eficazes sobre questões de teor social, económico, ambiental e moral-ético” (p. 4). Este autor adverte para a impossibilidade de se atingir este objectivo através de currículos clássicos e métodos de ensino transmissivos. Na sua opinião, fundamentada por vários resultados de investigação, as abordagens curriculares tradicionais centradas “apenas” ou “prioritariamente” em conceitos não capacitam os alunos para a aplicação dos conhecimentos científicos a contextos reais e contribuem para o desenvolvimento da ideia de que o conhecimento científico aprendido na escola não tem qualquer valor fora do contexto escolar. Hodson (1998) afirma que, actualmente, nas aulas de ciências, muitos alunos são aborrecidos com conteúdos que consideram irrelevantes para as suas necessidades, interesses e aspirações, não se sentindo envolvidos pelas



metodologias de ensino-aprendizagem utilizadas nem pelo clima social e emocional das aulas. Este autor está convicto de que a literacia científica crítica, para uma população de alunos cada vez mais diversificada, só poderá ser alcançada através de um currículo de ciência: a) baseado em assuntos locais, regionais, nacionais e globais, seleccionados pelo professor e pelos alunos; b) que tenha em conta os conhecimentos, as crenças, os valores, as aspirações e as experiências pessoais de cada aluno; c) no qual a ciência e a tecnologia sejam apresentadas como empreendimentos humanos; d) com uma educação em ciência e tecnologia politizada e infundida de valores humanos e ambientais mais relevantes; e e) onde todos os alunos tenham a oportunidade de executar investigações científicas e de se envolver em tarefas de resolução de problemas tecnológicos seleccionadas e concebidas por eles próprios. Para que este currículo seja uma realidade para todos deverá prestar-se especial atenção aos obstáculos sentidos pelos indivíduos, muitos dos quais relacionados com etnia, género e classe social, através: a) da construção de uma imagem da ciência, dos cientistas e da actividade científica mais autêntica, culturalmente sensível e inclusiva, que mostre a ciência a ser utilizada e desenvolvida por diversas pessoas em diversas situações; e b) da manutenção de um ambiente de sala de aula que proporcione a todos os alunos uma sensação de conforto e de pertença.

Hodson (1998) afirma que, frequentemente, os professores tratam a educação científica como uma manipulação de esquemas conceptuais complexos e abstractos que, na melhor das hipóteses, serão aplicados mais tarde a situações, acontecimentos e problemas. Consequentemente, os alunos com um desempenho elevado na ciência escolar são bem sucedidos a recordar, a analisar e a resolver problemas académicos, mas muitas vezes não conseguem mobilizar o seu conhecimento em situações reais. Na opinião deste autor, a mobilização dos conhecimentos científicos para a acção só será possível se estes conhecimentos forem ensinados e experimentados, pelos menos parcialmente, nos contextos em que poderão ser utilizados, através da realização de investigações científicas (tanto dentro como fora dos laboratórios) e do envolvimento em acção social e ambiental.

Este investigador considera ainda que, muitas vezes, a ciência é apresentada como a aplicação meticulosa, ordenada e exaustiva de um método poderoso, objectivo e de confiança para a averiguação de conhecimento factual sobre o universo. E os cientistas são retratados como indivíduos racionais, lógicos, intelectualmente honestos, abertos a novas propostas e disponíveis a partilhar procedimentos e descobertas e a quem lhes é exigida uma postura desinteressada, livre de valores e



analítica. Logo, muitos alunos nunca se sintonizam com a ciência, percebendo-a como uma actividade esotérica e abstracta, difícil e intimidante, afastada das suas preocupações diárias e do domínio exclusivo dos especialistas. Hodson (1998) acredita que esta imagem despersonalizada da ciência e dos cientistas: a) deturpa seriamente a natureza da ciência e a prática científica; b) desencoraja muitos alunos de prosseguirem estudos em ciência; e c) dissuade os alunos do escrutínio crítico ao apresentar o conhecimento científico como uma colecção de afirmações fixas, não negociáveis e autoritárias efectuadas por especialistas, contribuindo para a dependência intelectual dos alunos relativamente a outras pessoas e para uma sensação de falta de poder. Na sua opinião, existem muitos alunos que se sentem sem poder devido às suas experiências na escola e que estão cada vez mais afastados da ciência. Logo, defende que a literacia científica crítica só será alcançada através de uma compreensão clara dos fundamentos epistemológicos da ciência e do reconhecimento da prática científica como empreendimento humano influenciado e influenciador do contexto sócio-cultural em que decorre. Acredita que o desenvolvimento de uma visão de ciência mais personalizada passa pelo conhecimento das influências exercidas pelos conhecimentos, experiências, crenças, valores e aspirações das pessoas no tipo e formas de ciência que praticam. Desta forma, o inquérito científico é apresentado como fluído, reflexivo, dependente do contexto e idiossincrático. O núcleo central da actividade do cientista passa a ser o seu conhecimento especializado (construído através da experiência e frequentemente designado como conhecimento tácito, intuição científica e instinto científico) que combina compreensão conceptual e capacidades de laboratório com elementos de criatividade, intuição experimental e um conjunto de atributos afectivos que proporcionam o ímpeto necessário de determinação e comprometimento. De acordo com Hodson (1998), trata-se de apresentar uma visão mais humana da ciência e dos cientistas:

“Não desejo retratar todos os cientistas como (...) oportunistas cínicos com motivações pessoais, e seria um desastre se o currículo de ciências o fizesse. Não há dúvida de que as posições pessoais, políticas e religiosas dos cientistas têm impacto no tipo de ciência que escolhem fazer; também não existe dúvida de que a intuição, a sorte (boa e má), o interesse próprio, a ambição pessoal e as pressões académica e de publicação influenciam, de tempos a tempos, a forma como o fazem. (...) Acima de tudo, eu quero lembrar os alunos de que a ciência é realizada por pessoas, e de que essas pessoas, como quaisquer outras, têm posições, valores, crenças e interesses. Pretendo que o currículo mostre aos



alunos que essas pessoas (cientistas) podem ser calorosas, sensíveis, bem-humoradas e apaixonadas. Mais importante, quero que eles compreendam que as pessoas que são calorosas, sensíveis, bem-humoradas e apaixonadas podem tornar-se cientistas apesar de lhes ser exigido que conduzam o seu trabalho de acordo com códigos de prática estabelecidos, avaliados e mantidos pela comunidade de cientistas.” (p. 20)

A literacia científica crítica para todos requer, também, a politização do currículo, ou seja, a discussão dos interesses políticos e dos valores sociais subjacentes às práticas científica e tecnológica, o que, de acordo com este autor, pode ser alcançado através de um currículo centrado em assuntos e com quatro níveis de sofisticação:

Nível 1: Apreciação do impacto social da mudança científica e tecnológica e reconhecimento de que a ciência e a tecnologia são, até certo ponto, determinadas culturalmente.

Nível 2: Reconhecimento de que as decisões relativas ao desenvolvimento científico e tecnológico são tomadas tendo em vista interesses particulares e que os benefícios resultantes para uns podem ser obtidos à custa de outros. Reconhecimento de que o desenvolvimento científico e tecnológico está inextricavelmente ligado à distribuição de riqueza e poder.

Nível 3: Desenvolvimento de pontos de vista próprios e estabelecimento das posições de valor individuais subjacentes.

Nível 4: Preparação para a acção e respectiva concretização.

Na sua opinião, apenas a passagem para o nível quatro assegura: a) a apropriação do conhecimento e das capacidades necessárias a uma intervenção eficaz em processos de tomada de decisão; e b) a valorização das vozes alternativas e dos interesses e valores subjacentes nas decisões políticas. Logo, um dos objectivos centrais do currículo consistirá em equipar os alunos com: a) as capacidades e o desejo de tomarem acções apropriadas, responsáveis e eficazes sobre questões de teor social, económico, ambiental e moral-ético; e b) o sentimento de poder necessário para participar e marcar a diferença.

De acordo com Hodson, a educação científica só conseguirá assegurar uma literacia científica crítica universal se abandonar as suas características actuais (elitista e restritiva; aborrecida; abstracta, académica e afastada da vida real; sexista; racista; impessoal e desumanizada; indiferente, objectiva e apresentada como isenta de valores) e passar a ser: acessível a todos; interessante e excitante; real, relevante e



útil; não sexista e multicultural; pessoalmente relevante e humanizada; portadora de valores e interessada. Conforme refere Kyle (1996): “A educação deve ser transformada da orientação passiva, técnica e apolítica reflectida pela maioria das experiências escolares, para um empreendimento activo, crítico e politizado que transcenda os limites das salas de aula e das escolas” (p. 1). Contudo, Hodson (1998) reconhece que esta evolução é dificultada quando os professores trabalham com um currículo oficial obrigatório.

À semelhança de Hodson, também Roth (2001) realça a importância de uma educação científica que envolva os alunos numa acção responsável. Este autor, numa posição algo controversa relativamente à importância da educação em ciência, considera que a maior parte da população vive perfeitamente sem saber ciência e que o conhecimento científico, tal como é valorizado pelos professores, não é tão necessário à vida como se pretende fazer crer na literatura. Acredita que a maioria das aulas de ciência envolve actividades artificiais – nas quais os alunos aprendem para a escola e para as classificações – em vez de estimular a participação em situações reais, promotoras de aprendizagens relevantes e significativas para a vida. Na sua opinião, a literacia científica alcança-se através da expansão do potencial de acção dos alunos e não através da aprendizagem de um corpo básico de conhecimentos, que estará sempre aquém das necessidades do momento. Para tal, propõe uma educação científica que permita aos alunos aprender ciência (de forma significativa e contextualizada) enquanto exercem o seu direito à cidadania pela participação responsável em actividades da vida diária da sociedade. Desta forma, a autenticidade das acções dos alunos na comunidade não resulta da sua semelhança com a prática do dia-a-dia mas do facto de constituírem parte integrante da prática do dia-a-dia. A participação em práticas relevantes para a comunidade reforça a percepção da relevância da escola para a vida.

Também outros autores têm sido bastante críticos relativamente à maioria das tentativas de definição e de operacionalização do conceito de literacia científica (Fensham, Law, Li e Wei, 2000; Irwin e Wynne, 1996; Jenkins, 1997b; Layton, Jenkins, Macgill e Davey, 1993). Na sua opinião, a maior parte das abordagens tem definido este conceito por referência ao que as comunidades científica e educacional acreditam dever ser conhecido e apreciado pela população em geral, não tendo em conta: a) as exigências reais da sociedade moderna; b) o que os cidadãos identificam como significativo para as suas preocupações diárias; e c) a diversidade de contextos com que os alunos irão deparar fora da escola. Logo, com vista à operacionalização do conceito de literacia científica, propõem uma abordagem baseada na identificação das



necessidades de conhecimento científico apresentadas pelos adultos nos vários contextos sociais em que participam. De acordo com esta proposta, faz sentido a identificação de uma variedade de literacias científicas relacionadas com uma variedade de contextos (por exemplo, emprego, família, tempos livres e definição de políticas) e de temas (nomeadamente, alimentação, saúde, tratamento de resíduos tóxicos, aconselhamento genético, conservação de recursos pesqueiros). Fensham, Law, Li e Wei (2000), por exemplo, num trabalho realizado em Hong-Kong, propuseram e utilizaram uma abordagem sócio-pragmática na identificação e definição da ciência contextual considerada necessária para os cidadãos conseguirem “enfrentar o dia-a-dia” e “participar em decisões sociais”, nos diferentes contextos em que vivem. As três fases desta abordagem implicam, respectivamente: a) a identificação, por especialistas em questões sociais (que lidam diariamente com o público em geral), dos principais problemas manifestados pelos cidadãos relativamente a questões envolvendo ciência e tecnologia; b) a especificação, por cientistas académicos, do conhecimento científico e tecnológico associado aos problemas identificados na primeira fase; c) o envolvimento de educadores no desenvolvimento de um currículo de ciência para os diferentes níveis do ensino obrigatório que inclua os conteúdos identificados na segunda fase. Fensham e os seus colaboradores acreditam que um currículo de ciência construído a partir desta abordagem sócio-pragmática terá mais probabilidades de ser percebido como relevante e motivador da aprendizagem do que os currículos actuais.

Uma das posições mais radicais quanto à definição e à operacionalização da literacia científica foi assumida por Shamos (1995). Na sua opinião, a finalidade de uma literacia científica alargada a toda a população constitui um “mito”: a) inatingível, em resultado das dificuldades inerentes à aprendizagem da ciência e da impossibilidade de se assegurar a utilização das aprendizagens escolares na idade adulta; e b) desnecessário, pois a iliteracia científica da maioria da população não tem impedido o progresso científico e tecnológico da sociedade actual. Acredita que a educação científica deveria concentrar-se na preparação dos cidadãos para a colaboração com os especialistas e não para a análise crítica de temas de base científica que, pelo facto de requerer conhecimentos de ciência demasiado complexos, se torna impraticável. Logo, considera que a finalidade da educação em ciência deveria consistir na consciencialização da população acerca de como a ciência funciona (*science awareness*) e não na promoção de uma literacia científica centrada em conteúdos científicos. Esta consciencialização implicaria: a) o conhecimento de como a ciência e a tecnologia funcionam; b) o conhecimento público do que é a



ciência, mesmo que se conheça pouco de ciência; c) a compreensão pública do que se pode esperar da ciência; e d) o conhecimento de como a opinião pública relativa à ciência poderá ser ouvida de forma mais eficaz. Simultaneamente, a responsabilidade pela tomada de decisões sobre questões de base científica deveria ser transferida dos cidadãos em geral para os especialistas em ciência. De acordo com Shamos (1995), o conteúdo do currículo de ciência deveria centrar-se, essencialmente, na tecnologia (dada a sua relevância para a sociedade) e ser utilizado para exemplificar a natureza da ciência e como a ciência é praticada.

Em Portugal, nos últimos anos, a promoção da literacia científica passou a assumir o estatuto de principal finalidade da educação em ciência. Nas Orientações Curriculares para o 3º Ciclo do Ensino Básico, relativas à área disciplinar de Ciências Físicas e Naturais (Galvão, 2001), a promoção da literacia científica surge como a grande finalidade da educação em ciências. De acordo com este documento, a literacia científica é “fundamental para o exercício pleno da cidadania” e implica a compreensão da ciência “não apenas enquanto corpo de saberes, mas também enquanto instituição social”, e “o desenvolvimento de um conjunto de competências que se revelam em diferentes domínios, tais como o conhecimento (substantivo, processual ou metodológico, epistemológico), o raciocínio, a comunicação e as atitudes” (p. 5). Para a promoção de competências nestes diferentes domínios, sugere as seguintes experiências educativas:

1. Domínio do conhecimento: a) Análise e discussão de evidências e de situações problemáticas que permitam a aquisição de conhecimento científico, necessário à interpretação e à compreensão de leis e modelos científicos, e o reconhecimento das limitações da ciência e da tecnologia na resolução de problemas pessoais, sociais e ambientais” (conhecimento substantivo); b) Realização de pesquisas bibliográficas, observações e experiências, avaliação dos dados obtidos, planeamento e realização de investigações, elaboração e interpretação de representações gráficas de dados estatísticos e matemáticos (conhecimento processual); c) Análise e debate de relatos de descobertas científicas, evidenciando êxitos e fracassos, metodologias utilizadas por diferentes cientistas e influências da sociedade sobre a ciência, que permitam confrontar as explicações científicas com as do senso comum e a ciência, a arte e a religião (conhecimento epistemológico).
2. Domínio do raciocínio: Resolução de problemas (envolvendo interpretação de dados, formulação de problemas e de hipóteses, planeamento de



investigações, previsão e avaliação de resultados, estabelecimento de comparações, realização de inferências, generalização e dedução) de forma crítica e criativa.

3. Domínio da comunicação: Utilização de linguagem científica na interpretação de fontes de informação, na representação e apresentação de informação, em debates promotores de capacidades de apresentação, análise e argumentação de ideias e na produção de textos.
4. Domínio das atitudes: Realização de experiências educativas promotoras de atitudes inerentes ao trabalho em ciência como, por exemplo, a curiosidade, a perseverança e a ética no trabalho, a reflexão crítica sobre o trabalho efectuado e a flexibilidade para aceitar o erro e a incerteza.

A introdução geral do currículo de Biologia e Geologia para os 10^o e 11^o anos do Curso Geral de Ciências Naturais (Ministério da Educação, 2001b) realça a importância de uma “literacia científica sólida” na compreensão do mundo, na identificação dos problemas com que este se confronta e na participação dos cidadãos na discussão crítica e fundamentada de possíveis soluções. De acordo com as finalidades e objectivos gerais da componente de Biologia deste currículo, esta literacia científica envolve: a) a apropriação de conceitos fundamentais inerentes aos sistemas vivos; b) o reforço de capacidades e competências próprias das ciências (capacidades de abstracção, experimentação, trabalho em equipa, ponderação e sentido da responsabilidade); e c) “a interiorização de um sistema de valores e a assunção de atitudes que valorizem os princípios de reciprocidade e responsabilidade do ser humano perante todos os seres vivos, em oposição a princípios de objectividade e instrumentalização característicos de um relacionamento antropocêntrico” (p. 67).

Apesar da importância atribuída à escola na promoção da literacia científica, vários autores destacam o papel desempenhado por agentes de educação não-formal (museus, centros de ciência, jardins botânicos, parques naturais, clubes de ciência, rádio, televisão, imprensa escrita, cinema, *Internet*, etc.) na prossecução deste objectivo (Chagas, 1993; Falk, 2001; Jenkins, 1997b; Lewenstein, 2001; Martins, 2002a; Reis, 2004; Wellington, 1991). Constatam-se que as pessoas aprendem ciência a partir de uma variedade de fontes, por uma variedade de razões e de diversas maneiras (Wellington, 1990). Ao contrário das experiências de sala de aula (nas quais a aprendizagem envolve, geralmente, o desenvolvimento de conhecimentos e de capacidades, em períodos alargados de tempo, debaixo da supervisão de

professores), as experiências não-formais permitem uma maior autonomia do aprendiz na gestão da sua aprendizagem que, de acordo com os seus interesses, ritmos de aprendizagem e capacidades, pode parar, repetir, demorar mais ou menos tempo e interagir com amigos ou familiares. Enquanto que a educação científica formal é, frequentemente, percebida pelos alunos como difícil, maçadora e desfasada dos seus interesses e necessidades (Millar e Osborne, 1998; Santos, 1994), as experiências não-formais conseguem cativar a atenção e o interesse de muitos alunos (Chagas, 1993; Frankel, 2001; Griffin, 2002). O reconhecimento da importância crescente destas experiências na educação científica tem desencadeado inúmeras iniciativas como a revitalização dos museus, o alargamento do espaço destinado à ciência nos meios de comunicação social e a organização de grandes exposições, feiras de ciência e debates em torno de ciência e de ética (Falk, 2001; Queiroz, 1998). No entanto, tal como refere Queiroz (1998): a) "os tímidos passos até agora dados resultaram mais numa mera propaganda da ciência e da tecnologia como tais do que numa acção informativa e formativa sobre o fenómeno científico e as suas conexões sociais" (p. 456); b) a divulgação científica, tal como tem sido praticada, tem servido fundamentalmente para deslumbrar e distanciar; e c) não parece que a população se tenha tornado mais interveniente relativamente às questões científicas, no sentido da tão desejada democracia participativa. Frequentemente, "mostra-se a ciência de um modo que a põe habilmente à distância, celebrando-se, ao mesmo tempo, o mito da cientificidade", (...) "a ciência não é apresentada como conhecimento mas sim como uma força omnipresente e aurática que atravessa as nossas vidas, provocando atitudes complexas e ambivalentes, misto de esperança e ansiedade, admiração e medo" (Levy, Matos, Mourão, Nunes, Queiroz e Serra, 1998, p. 461).

Actualmente, os meios de comunicação social (jornais, revistas, televisão, rádio e *Internet*) são considerados como as fontes de informação científica de mais fácil acesso para o público em geral (Lewenstein, 2001; Pellechia, 1997). Nelkin (1995a) considera que "para a maioria das pessoas, a realidade da ciência é o que lêem na imprensa. Elas entendem a ciência menos pela experiência directa ou pela sua educação passada do que através do filtro da linguagem e do imaginário jornalísticos" (p. 2). Na sua opinião, os *media* representam o único contacto da maioria da população com as mudanças ocorridas nos campos científico e tecnológico e uma importante fonte de informação sobre as implicações sociais dessas mudanças. Até mesmo os cidadãos com uma carreira científica ou tecnológica são incapazes de acompanhar a literatura especializada de todas as áreas científicas, tendo que recorrer aos meios de comunicação social para se manterem informados acerca dos avanços



científicos fora da sua área de especialização (Bauer, 1992). Contudo, o tipo de ciência divulgado, por exemplo, pela televisão ou pelos jornais, é diferente do tipo de ciência apresentado em contextos educativos formais: a maioria da educação científica formal centra-se na ciência convencional, não-controverosa, estabelecida e fidedigna; as notícias dos *media* destacam a “ciência de fronteira”, controversa, preliminar e em discussão (Zimmerman, Bisanz e Bisanz, 1999). Por vezes, ainda, apresentam uma imagem sensacionalista, pouco rigorosa e estereotipada da ciência, utilizando apenas determinadas histórias e apresentando as teorias polémicas como factos e os cientistas como seres superiores que vivem num mundo à parte (Nelkin, 1995a; Reis, 2004; Santos e Valente, 1997). Recorrem, frequentemente, a metáforas de grande impacto – *desastre, bênção da medicina moderna, novo marco, proeza científica, fraude, luta* – que afectam a forma como os cidadãos entendem, pensam e actuam acerca de questões sócio-científicas (Lakoff e Johnson, 1980). Através destas metáforas dão forma às concepções da população acerca da natureza da ciência.

Liakopoulos (2002), por exemplo, num estudo sobre as metáforas utilizadas pelos jornais ingleses nos artigos sobre biotecnologia, detectou grandes quantidades de metáforas destinadas a transmitir imagens muito positivas – *revolução, ouro, grande negócio, aventura, milagre* – e muito negativas – *Caixa de Pandora, ameaça, plantas assassinas, escravos, Frankenstein, perigo*. Constatou, também, que o biotecnólogo era retratado como um cientista louco ou um génio mau perseguindo os seus objectivos sem olhar a meios: uma imagem que, na sua opinião, tem um efeito considerável sobre a confiança do público relativamente à biotecnologia. Muitos filmes de ficção descrevem a investigação científica como um empreendimento que cruza as fronteiras do admissível (Weingart, Muhl e Pansegrau, 2003). Desde as histórias medievais sobre alquimistas, até aos filmes actuais sobre clonagem, as narrativas sobre cientistas raramente os retratam de forma positiva, traduzindo o receio do poder e da mudança inerentes à ciência e recorrendo a um número restrito de estereótipos: o alquimista diabólico; o cientista como herói e salvador da sociedade; o cientista louco; o investigador desumano e insensível; o cientista como aventureiro que transcende as fronteiras do espaço e do tempo; o cientista louco, mau, perigoso e pouco escrupuloso no exercício do poder; e o cientista incapaz de controlar o resultado do seu trabalho (Haynes, 2003). Portanto, a capacidade de leitura e avaliação crítica das representações da ciência divulgadas pelos *media* é importante para os cidadãos de sociedades democráticas, representando o único antídoto contra eventuais tentativas de manipulação. Torna-se necessário que a escola encare os filmes e as notícias divulgadas pelos meios de comunicação social como uma oportunidade para (1)



explorar os conteúdos de ciência envolvidos, (2) reflectir sobre as interacções ciência-tecnologia-sociedade, (3) discutir ideias acerca da natureza da ciência e dos cientistas e (4) desenvolver capacidades de análise crítica da informação (Dhingra, 2003; Miguéns, Serra, Simões, e Roldão, 1996; Millar e Osborne, 1998; Norris e Phillips, 1994; Reis, 2004; Reis e Galvão, 2004; Rose, 2003; Shibley Jr., 2003; Thier e Nagle, 1996; Zimmerman, Bisanz e Bisanz, 1999). A actualização científica da população depende, e irá continuar a depender, em grande parte, da informação veiculada pelos meios de comunicação social e da capacidade dos cidadãos lerem, compreenderem e avaliarem criticamente, ao longo da vida, essas fontes de informação e o discurso dos especialistas.

É importante que os educadores reconheçam as mensagens acerca da natureza da ciência e dos cientistas veiculadas pelos meios de comunicação social como um conjunto importante de experiências informais de aprendizagem. Essas mensagens, apropriadas pelos alunos, influenciam e interagem com a aprendizagem da ciência na sala de aula (Dhingra, 2003). Logo, a educação em ciência nunca poderá ignorar os efeitos poderosos dos meios de comunicação social nas concepções dos alunos acerca do empreendimento científico. De acordo com um estudo realizado por Dimopoulos e Koulaidis (2003), os artigos de jornal sobre questões científicas e tecnológicas podem revelar-se extremamente úteis na promoção da literacia científica dos cidadãos em contexto formal de aprendizagem. Os jornais constituem uma fonte de materiais adequados à discussão de questões sócio-científicas (considerados relevantes e interessantes pelos alunos e pelos cidadãos em geral), ao contrário dos manuais escolares de ciência que, em 42 países, apenas dedicam uma média de 3,9% do seu espaço a este tipo de questões (Wang e Schmidt, 2001). Na sua opinião, os artigos de jornal revelam: a) a natureza transdisciplinar da ciência e da tecnologia; e b) a dimensão social destes empreendimentos, realçando as influências de outros domínios (cultura, religião, ética, política, economia, etc.) em processos decisórios relacionados com questões técnicas e científicas. Estes autores consideram, ainda, que estes artigos permitem: a) destacar a relevância do conhecimento científico e tecnológico na compreensão de situações do dia-a-dia; e b) ilustrar o tipo de argumentação e de raciocínio normalmente utilizado em disputas sócio-científicas. Contudo, advertem para o facto das notícias não se adequarem ao ensino dos conteúdos científicos subjacentes nem das metodologias internas da ciência e da tecnologia (aspectos pouco explorados pelos jornais) e para a necessidade dos professores assegurarem uma exploração equilibrada e justa das potencialidades e das limitações destes empreendimentos.



Valente (1996), propõe que os professores aproveitem as vias de educação não-formal para despertar nos alunos o gosto e a vontade de aprender ciência. Contudo, adverte para os limites da divulgação científica, enquanto forma de iniciação para a ciência, quando esta se limita a um “espectáculo ciência” sem o indispensável complemento de uma educação científica mais aprofundada, estruturada e exigente em termos de promoção de capacidades de pensamento, proporcionado pela escola. Martins (2002a) alerta para a necessidade da formação de professores suscitar o interesse pelos canais de educação não-formal e capacitar os docentes para a exploração das potencialidades dessas vias. Na opinião de Bybee (2001) e de Martins (2002a), qualquer tentativa de alargamento da literacia científica da população deverá implicar uma organização e uma articulação de esforços de todas as infra-estruturas educativas, tanto formais como não-formais, de forma a evitar conflitos e a potenciar recursos e experiência acumulada. No entanto, para que essa cooperação possa ser uma realidade, torna-se imprescindível a adopção de objectivos comuns que orientem tanto as actividades realizadas na escola como a abordagem da ciência pelas infra-estruturas não-formais, nomeadamente, os meios de comunicação social. Analisando o caso americano, Bybee sugere que todas as instituições de educação científica (formal e não-formal) poderiam coordenar esforços, orientando as suas actividades pelos Critérios Nacionais de Educação em Ciência (*National Science Education Standards*).

Como se pode constatar por tudo o que já foi referido neste capítulo, são diversos os significados atribuídos ao conceito de literacia científica. Contudo, apesar das diferenças apresentadas, todas as propostas envolvem uma maior ou menor ênfase na apropriação de conhecimento científico, na compreensão dos procedimentos da ciência e no desenvolvimento de capacidades e de atitudes (atitudes científicas e atitudes relativamente à ciência) considerados necessários à participação activa e responsável dos cidadãos em processos decisórios relacionados com ciência e tecnologia. De acordo com DeBoer (2000), a análise dos diferentes significados permite afirmar que a literacia científica implica uma compreensão alargada e funcional da ciência para fins de educação geral e não uma preparação para carreiras científicas e técnicas específicas. Este autor considera que se deve, simultaneamente: a) aceitar a elevada abrangência deste conceito; b) manter a consciência da impossibilidade de se concretizarem todos os objectivos propostos; e c) optar pelo conhecimento e pelas experiências que melhor se adequam às características específicas de cada contexto. Como ele realça, “Felizmente, não temos que dominar todas as áreas do conhecimento para vivermos com sucesso na nossa



sociedade e a consciência deste facto pode libertar-nos para explorarmos, mais criativamente, como lidar com questões de literacia científica” (p. 595).

Os países, as escolas e os professores necessitam de definir prioridades (adequadas às necessidades sociais, políticas e económicas de cada contexto específico) e estabelecer ligações entre os objectivos de forma a conseguirem, simultaneamente, concretizar o maior número possível e manter uma educação coerente, substantiva e intelectualmente satisfatória. Para DeBoer (2000), o mais importante é que os alunos tenham a oportunidade de aprender algo que considerem interessante, importante e relevante, de forma a continuarem a estudar ciência, tanto formal como informalmente, no futuro. Não necessitam todos de desenvolver os mesmos conhecimentos e capacidades: existem vários caminhos para a literacia científica.

Referências Bibliográficas

- AAAS, American Association for the Advancement of Science (1989). *Science for all Americans: project 2061*. Washington, DC: Autor.
- Aikenhead, G. (1990). Scientific/technological literacy, critical reasoning, and classroom practice. In S.P. Norris & L.M. Phillips (Eds.), *Foundations of literacy policy in Canada* (pp. 127-145). Alberta: Detselig Enterprises.
- Aikenhead, G. (2002). *Renegotiating the culture of school science: Scientific literacy for an informed public*. Comunicação apresentada no ciclo de conferências comemorativo dos 30 anos do Departamento de Educação da Faculdade de Ciências, Lisboa (Portugal). Disponível em <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/index.htm>
- Assembleia da República Portuguesa (1986). *Lei de bases do sistema educativo* (Lei nº 46/86). Lisboa: Autor.
- Barnes, B. & Dolby, R. (1970). The scientific ethos: A deviant viewpoint. *European Journal of Sociology*, 2, 3-25.
- Bauer, H. (1992). *Scientific literacy and the myth of the scientific method*. Urbana: University of Illinois Press.
- Bisanz, G. L., Bisanz, J., Korpan, C. A., & Zimmerman, C. (1996). *Assessing scientific literacy: Questions students ask when evaluating news reports about scientific research*. Comunicação apresentada no 8th IOSTE Symposium, Edmonton, Alberta. [Documento fotocopiado]
- Bybee, R. (2001). Achieving scientific literacy: Strategies for insuring that free-choice science education complements national formal science education efforts. In J. H.



- Falk (Ed.), *Free-choice science education: How we learn science outside of school* (pp. 44-63). New York: Teachers College Press.
- Chagas, I. (1993). Aprendizagem não formal/formal das ciências. Relações entre os museus de ciência e as escolas. *Revista de Educação*, 3(1), 51-59.
- Comissão Europeia e Fundação Calouste Gulbenkian (1995). *A white paper on science education in europe*. Lisboa: Instituto de Prospectiva. [Documento preliminar para discussão]
- Conant, J. (1947). *On understanding science*. New Haven: Yale University Press.
- DeBoer, G. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Désautels, J. & Larochelle, M. (2003). Educación científica: El regreso del ciudadano y de la ciudadana. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 3-20.
- Dhingra, K. (2003). Thinking about television science: How students understand the nature of science from different program genres. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 234-256.
- Dimopoulos, K. & Koulaidis, V. (2003). Science and technology education for citizenship: The potential role of the press. *Science Education*, 87(2), 241-256.
- Eisenhart, M., Finkel, E. & Marion, S. (1996). Creating the conditions for scientific literacy: a re-examination. *American Educational Research Journal*, 33, 261-295.
- Falk, J. (Ed.) (2001). *Free-choice science education: How we learn science outside of school*. New York: Teachers College Press.
- Fensham, P. (1997). School science and its problems with scientific literacy. In R. Levinson & J. Thomas (Eds.), *Science today: Problem or crisis?* (pp. 119-136). Londres: Routledge.
- Fensham, P., Law, N., Li, S. & Wei, B. (2000). Public understanding of science as basic literacy. In R. T. Cross & P. J. Fensham (Eds.), *Science and the citizen for educators and the public* (pp. 145-155). Melbourne: Arena Publications.
- Frankel, D. (2001). The free-choice education sector as a sleeping giant in the public policy debate. In J. H. Falk (Ed.), *Free-choice science education: How we learn science outside of school* (pp. 163-173). New York: Teachers College Press.
- Freire, A. (1993). Um olhar sobre o ensino da física e da química nos últimos cinquenta anos. *Revista de Educação*, 3(1), 37-49.
- Galbraith, P., Carss, M., Grice, R., Endean, L. & Warry, M. (1997). Towards scientific literacy for the third millennium: a view from Australia. *International Journal of Science Education*, 19, 447-467.



- Galvão, C. (Coord.)(2001). *Ciências Físicas e Naturais. Orientações curriculares para o 3º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento da Educação Básica.
- Griffin, J. (2002). Look! No hands! Practical science experiences in museums. In S. Amos & R. Boohan (Eds.), *Teaching science in secondary schools* (pp. 178-188). London: Routledge/Falmer and The Open University.
- Haynes, R. (2003). From alchemy to artificial intelligence. *Public Understanding of Science*, 12(3), 243-254.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning science: Towards a personalized approach*. Buckingham: Open University Press.
- Hurd, P. (1958). Scientific literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16, 13-16.
- Irwin, A. & Wynne, B. (Eds.)(1996). *Misunderstanding science? The public reconstruction of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jenkins, E. (1990). Scientific literacy and school science education. *School Science Review*, 71, 43-51.
- Jenkins, E. (1997a). *Scientific and technological literacy for citizenship: What can we learn from the research and other evidence?* Disponível em <http://www.leeds.ac.uk/educol/documents/000000447.htm>
- Jenkins, E. (1997b). Towards a functional public understanding of science. In R. Levinson & J. Thomas, *Science today: Problem or crisis?* (pp. 137-150). London: Routledge.
- Klopfer, L. E. (1985). Scientific literacy. In T. Husen, & T. N. Postlethwaite (Eds.), *The international encyclopedia of education: research and studies* (pp. 4478-4479). Oxford: Pergamon.
- Kolstoe, S. (2000). Consensus projects: Teaching science for citizenship. *International Journal of Science Education*, 22, 645-664.
- Kyle, W. (1996). Editorial: The importance of investing in human resources. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 1-4.
- Lakoff, G. & Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. Chicago: University of Chicago Press.
- Layton, D., Jenkins, E., Macgill, S. & Davey, A. (1993). *Inarticulate science? Perspectives on the public understanding of science and some implications for science education*. Driffield: Studies in Education.
- Levy, T., Matos, A., Mourão, J., Nunes, D., Queiroz, C. & Serra, I. (1998). Sociedade, ciência e valores em democracia. In J.L. Alves (Ed.), *Ética e o futuro da*



- democracia* (pp. 459-465). Lisboa: Edições Colibri/Sociedade Portuguesa de Filosofia.
- Lewenstein, B. V. (2001). Who produces science information for the public? In J. H. Falk (Ed.), *Free-choice science education: How we learn science outside of school* (pp. 21-43). New York: Teachers College Press.
- Liakopoulos, M. (2002). Pandora's Box or panacea? Using metaphors to create the public representations of biotechnology. *Public Understanding of Science*, 11, 5-32.
- Martins, I. (2002). Literacia científica: dos mitos às propostas. In A. C. Coelho, A. F. Almeida, J. M. Carmo & M. N. Sousa (Eds.), *Educação em Ciência – VII Encontro Nacional* (pp. 2-10). Faro: Escola Superior de Educação, Universidade do Algarve.
- Miguéns, M., Serra, P., Simões, H., & Roldão, M. C. (1996). *Dimensões formativas de disciplinas do ensino básico: ciências da natureza*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Millar, R. (2002). Towards a science curriculum for public understanding. In S. Amos & R. Boohan (Eds.), *Teaching science in secondary schools* (pp. 113-128). London: Routledge/Falmer and The Open University.
- Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: Kings College.
- Ministério da Educação (2001a). *Currículo nacional para o ensino básico*. Lisboa: Autor.
- Ministério da Educação (2001b). *Programa de biologia e geologia para os 10º e 11º anos do curso geral de ciências naturais*. Lisboa: Autor.
- Nelkin, D. (1995). *Selling science: How the press covers science and technology*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Norris, S. (1997). Intellectual independence for nonscientists and other content-transcendent goals of science education. *Science Education*, 81, 239-268.
- Norris, S. & Phillips, L. (1994). Interpreting pragmatic meaning when reading reports of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 947-967.
- Osborne, J. (2000). Science for citizenship. In M. Monk & J. Osborne (Eds.), *Good practice in science teaching* (pp. 225-240). Buckingham: Open University Press.
- Pella, M., O'Hearn, G. & Gale, C. (1966). Referents to scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 4, 199-208.
- Pellechia, M. (1997). Trends in science coverage: a content analysis of three US newspapers. *Public Understanding of Science*, 6, 49-68.



- Prewitt, K. (1983). Scientific literacy and democratic theory. *Daedalus*, 96(Spring), 49-65.
- Queiroz, C. (1998). A ciência em debate. In J. L. Alves (Ed.), *Ética e o futuro da democracia* (pp. 451-458). Lisboa: Edições Colibri.
- Reis, P. (2004). *Controvérsias sócio-científicas: Discutir ou não discutir? Percursos de aprendizagem na disciplina de Ciências da Terra e da Vida*. Lisboa: Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. [Tese de doutoramento, documento policopiado].
- Reis, P. e Galvão, C. (2004). Socio-scientific controversies and students' conceptions about scientists. *International Journal of Science Education*, 26(13), 1621-1633.
- Rose, C. (2003). How to teach biology using the movie science of cloning people, resurrecting the dead, and combining flies and humans. *Public Understanding of Science*, 12(3), 289-296.
- Roth, W.-M. (2001). *Learning science in/for community*. Comunicação apresentada no Congresso Enseñanza de las Ciências, Barcelona (Espanha). [Documento policopiado]. Disponível em <http://www.educ.uvic.ca/faculty/mroth/>
- Roth, W.-M. & Lee, S. (2002). Scientific literacy as collective praxis. *Public Understanding of Science*, 11, 33-56.
- Santos, E. (1994). *Área escola/escola – Desafios interdisciplinares*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Santos, E. & Valente, O. (1997). O ensino da ciência/tecnologia/sociedade no currículo, nos manuais e nos media. In E. Santos et al., *Ensino das ciências* (pp. 9-44). Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- SCCC, Scottish Consultative Council on the Curriculum (1996). *Science education in Scottish schools: Looking to the future*. Broughty Ferry: Author.
- Shamos, M. H. (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- Shibley Jr., I. (2003). Using newspapers to examine the nature of science. *Science & Education*, 12, 691-702.
- Silva, J. F., Emídio, M. T. & Grilo, E. M. (1988). *Proposta de reorganização curricular dos ensinos básico e secundário: relatório final (1ª e 2ª fases)*. Lisboa: GEP.
- Solomon, J. (1993). *Teaching science, technology and society*. Buckingham: Open University Press.
- SRC, Science Research Council (1984). *Science for every citizen: Educating Canadians for tomorrow's world, Summary Report N° 36*. Ottawa: Author.
- Thier, H. & Nagle, B. (1996). *Issues, evidence, and you--obtain your own evidence*. Comunicação apresentada no 8º Simpósio da International Organization for



Science and Technology Education (IOSTE), Edmonton (Canadá). [Documento policopiado]

- Thomas, J. (1997). Informed ambivalence: Changing attitudes to the public understanding of science. In R. Levinson & J. Thomas (Eds.), *Science today: Problem or crisis?* (pp. 163-172). Londres: Routledge.
- Thomas, G. & Durant, J. (1987). Why should we promote the public understanding of science? *Scientific Literacy Papers*, 1, 1-14.
- UNESCO (1983). *Science for all*. Bangkok: Author.
- Valente, O. (1996). O ensino das ciências em Portugal. *Revista de Educação*, 6(1), 103-104.
- Wang, H. & Schmidt, W. (2001). History, philosophy and sociology of science in science education: Results from the third international mathematics and science study. *Science and Education*, 10, 51-70.
- Weingart, P., Muhl, C. & Pansegrau, P. (2003). Of power maniacs and unethical geniuses. *Public Understanding of Science*, 12(3), 279-288.
- Wellington, J. (1990). Formal and informal learning in science: The role of the interactive centers. *Physics Education*, 25, 247-252.
- Wellington, J. (1991). Newspaper science, school science: Friends or enemies? *International Journal of Science Education*, 13, 363-372.
- Wellington, J. (1994). *How far should the post-16 curriculum be determined by the needs of employers?* *Curriculum Journal*, 5, 307-321).
- Wellington, J. (2001). What is science education for? *Canadian Journal of Science, Mathematics & Technology Education*, 1(1), 23-38.
- Zimmerman, C., Bisanz, G. & Bisanz, J. (1999). *What's in print, experts' advice, and students' need to know*. Comunicação apresentada no Encontro Anual da National Association for Research in Science Teaching (NARST), Bóston (USA). Disponível em <http://www.educ.sfu.ca/narstsite/conference/zimmermanetal/zimmermanetal.html>