

EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: NOVAS ORIENTAÇÕES

JOSÉ ANTÓNIO MARQUES COSTA *

* Equip. a Prof. Adjunto da ESEV.

Ao pretender apresentar uma panorâmica sobre as tendências actuais no ensino das ciências, forçoso se torna fazer alguma referência acerca do que tem sido o ensino das ciências nas últimas décadas e do seu efeito na aprendizagem dos alunos.

Durante muitos anos o ensino das ciências nos diferentes níveis de escolaridade esteve centrado na memorização de conteúdos (factos e leis), na realização de actividades de mecanização e na aplicação de regras à resolução de questões semelhantes às anteriormente apresentadas e resolvidas pelo professor (Costa,1999). Esta visão mecanicista entendia as ciências como um corpo organizado de conhecimentos e regras a aprender e a aplicar sem qualquer ligação com a realidade (Domingos, Neves & Galhardo, 1987).

Marcado por um domínio dos objectivos cognitivos de nível mais baixo, consistindo essencialmente na aquisição de factos e leis e de regras de resolução de exercícios-tipo, este ensino das ciências conduzia o aluno à aquisição de um conjunto de conhecimentos teóricos e de técnicas que lhe permitiam, em estudos posteriores, aprender novas técnicas e novos conhecimentos igualmente teóricos, assim como obter os mecanismos necessários para dar resposta aos testes de avaliação.

Os currículos e os programas eram elaborados tendo em vista as necessidades de estudos posteriores, centrando-se quase exclusivamente na aquisição de capacidades intelectuais, sem qualquer preocupação no desenvolvimento das capacidades afectivas e sociais (Yager, 1981).

Esquecidos eram também os conhecimentos adquiridos pelos alunos fora da escola, conhecimentos esses que, juntamente com as suas concepções e atitudes face às ciências, influenciam fortemente a aprendizagem. A importância destes conhecimentos prévios no processo ensino-aprendizagem foi bem sublinhada por Ausubel (1986) ao defender que o factor com maior influência na aprendizagem é o conhecimento que os alunos já possuem, e ao recomendar que se esclareça primeiro o que os alunos sabem e se ensine de acordo com esse conhecimento.

A comunidade educativa reconhece, hoje, que um ensino mecanicista conduz a uma aprendizagem insuficiente e limitativa, ao desinteresse e ao conseqüente insucesso dos alunos. O que se propõe, presentemente, não é renunciar à aquisição de conhecimentos por parte dos alunos, mas antes é estimular o desenvolvimento de um conjunto de atitudes e capacidades tais como saber aprender, pesquisar, seleccionar informação, concluir e comunicar. Num mundo em evolução cada vez mais rápida, é preciso que os alunos investiguem, questionem, construam conhecimentos, utilizem novos meios tecnológicos disponíveis e, sobretudo, ganhem autonomia ao longo da aprendizagem adquirindo, assim, a capacidade de resposta às situações novas que irão encontrar no futuro.

Num mundo onde a ciência e a tecnologia penetram cada vez mais profundamente na vida quotidiana do indivíduo e da sociedade, a escola tem um importante papel a desempenhar, não somente na aquisição de conhecimentos científicos e técnicos, mas também no desenvolvimento de atitudes susceptíveis de assegurar, aos cidadãos do futuro, a aplicação e a avaliação desses conhecimentos (DGEBS, 1993). Neste contexto, a disciplina de Ciências da Natureza pode prestar um contributo muito particular e importante à formação dos jovens, proporcionando-lhes uma educação científica que lhes será útil num mundo necessariamente diferente do actual.

Como refere Rubba (1982), "muito do modo como se organiza o ensino, como se escolhem recursos ou como se decide sobre que metodologias seguir depende, em larga medida, das finalidades que nos propomos desenvolver" (pág. 14).

Uma das razões que justificam a inclusão das Ciências da Natureza no currículo do ensino básico é a necessidade de os alunos adquirirem um conjunto de conhecimentos e competências essenciais para se iniciarem no estudo das ciências. Este é o papel da disciplina de Ciências da Natureza visto na perspectiva da própria ciência. O papel desta disciplina no currículo justifica-se também na perspectiva do indivíduo pelo seu importante contributo para o desenvolvimento de capacidades na criança. Justifica-se, ainda, na perspectiva da sociedade ao permitir à criança adquirir uma compreensão científica dos fenómenos e acontecimentos que compõem o mundo físico e social de que faz parte (Pereira, 1992).

Actualmente, e tendo presentes as investigações realizadas nesta área, é possível pensar numa diferente visão do ensino das ciências no Ensino Básico. Em seguida, apresenta-se um conjunto de princípios que reflectem as novas orientações para o ensino das ciências, e que resultam de numerosos estudos, experiências e recomendações, realizados nos anos 80 e 90, um pouco por todo o mundo, por

vários autores-investigadores. Estes princípios serviram de referência à organização das aulas que fizeram parte da investigação.

- A ciência e a tecnologia definem-se tanto por aquilo que fazem e como o fazem como pelos resultados que obtêm. Para as compreenderem, como modos de pensar e de agir, é necessário que os alunos adquiram alguma experiência com os tipos de pensamento e acção típicos dessas áreas (Rutherford & Ahlgren, 1995).

- Os professores devem iniciar o ensino da ciência pelas questões e fenómenos que são interessantes e familiares aos alunos e não por abstracções ou fenómenos que estejam fora do alcance da sua percepção, compreensão ou conhecimento. Os alunos do Ensino Básico devem começar a tomar contacto com as coisas à sua volta - incluindo dispositivos, organismos e materiais - e a observá-las, a coleccioná-las, a manipulá-las, a descrevê-las, a ficar intrigados com elas, a colocar questões sobre elas, a argumentar acerca delas e, por fim, a tentar encontrar respostas para essas questões por eles levantadas. Assim, ensino das ciências no Ensino Básico deve partir dos problemas do dia-a-dia, conhecidos dos alunos e não de uma exploração do conhecimento científico para dar um novo sentido ao que já se sabe (AAAS, 1989; Watts, 1991; Williams, et al. 1995; Martins, 1994).

- Os alunos necessitam de muitas e variadas oportunidades para coleccionar, seleccionar e catalogar; para observar, tomar notas e fazer esboços; para fazer entrevistas, sondagens e levantamentos e para usar, com frequência, o material de laboratório existente na escola. Devem fazer medições, contar, desenhar gráficos e calcular, explorar as propriedades químicas e físicas de substâncias comuns, plantar e cultivar e observar sistematicamente o comportamento social dos seres humanos e de outros animais. Entre estas actividades, uma com particular importância é a medição, uma vez que o cerne de grande parte da engenharia e da ciência está na selecção daquilo que se deve medir, dos instrumentos a utilizar, o modo de verificação do rigor das medições e o modo de dar configuração e sentido aos resultados (Domingos, Neves & Galhardo, 1987; AAAS, 1989).

- Os novos programas do ensino básico preconizam a resolução de problemas como eixo organizador e integrador das diversas áreas do currículo e como actividade fundamental do ensino das ciências. Este ponto de vista tem implicações importantes na sala de aula. Propõe-se que conceitos, técnicas, competências e processos a adquirir surjam a partir de actividades diversas, nomeadamente a resolução de problemas e situações problemáticas com significado para o aluno. A resolução de problemas surge,

assim, como fonte e campo de aplicação de conceitos e como meio de consolidação e desenvolvimento de competências e conhecimentos científicos.

No capítulo "Orientação metodológica" da organização curricular e programas para o segundo ciclo do Ensino Básico, publicado pelo Ministério da Educação, pode ler-se o seguinte relativamente ao ensino das ciências.

A abordagem dos temas pode efectuar-se através de um tempo de discussão que permita a formulação de problemas com interesse para os alunos que constituam pontos de partida para o desenvolvimento de actividades. A resolução de problemas, considerada um aspecto fundamental da educação científica, facilita a aprendizagem e o exercício das capacidades nela envolvidas. Deste modo, o aluno aprende a aprender, pensa mais eficientemente, aumentando a capacidade de transferência. (DGEBS, 1991, p.186)

Watts (1989, citado em Jorge, 1992), também preconiza o uso de estratégias de resolução de problemas nas aulas de ciências. Segundo este autor, as questões levantadas na sala de aula, quer pelos alunos quer pelo professor, "podem constituir problemas, servindo de motor à elaboração de hipóteses e ao nascimento de pequenos projectos de pesquisa participados pelos alunos, desde o seu planeamento à consecução e avaliação" (p.38).

Os alunos devem, portanto, resolver problemas - a níveis adequados à sua maturidade - que os levem a decidir quais os aspectos mais relevantes e a dar as próprias interpretações do significado desses aspectos. Este processo dá prioridade, tal como acontece em ciência, à observação cuidada e à análise bem estruturada. Os alunos necessitam de orientação, de encorajamento e de prática na recolha, selecção e análise de dados e na construção de argumentos com base neles (Baroody, 1993; Woolnough, 1994; Bentley, 1995; Rutherford & Ahlgren, 1995; Shoring, 1995).

- Para além da resolução de problemas, outro aspecto importante, é a perspectiva histórica dos acontecimentos científicos. Durante a escolaridade, os alunos devem contactar com muitas ideias científicas apresentadas no respectivo contexto histórico. Não importa tanto o episódio particular seleccionado pelos professores (devendo este, no entanto, estar integrado nos conteúdos programáticos) como o facto da selecção representar o alcance e a diversidade do empreendimento científico. Os alunos poderão desenvolver a compreensão do modo como a ciência realmente acontece, aprendendo algo acerca do crescimento das ideias científicas, do caminho que conduziu à compreensão

actual de tais ideias, dos papéis desempenhados por diferentes investigadores e comentadores e da interacção entre as provas e a teoria ao longo do tempo (Rutherford & Ahlgren, 1995; Carvalho, 1992).

Tal perspectiva histórica é importante para o ensino efectivo da ciência, também pelo facto de poder conduzir a perspectivas sociais - a influência da sociedade no desenvolvimento da ciência e da tecnologia e o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade (Ziman, 1986). É importante, por exemplo, que os alunos tomem consciência de que as mulheres e as minorias têm dado contributos significativos, apesar das barreiras que a sociedade colocou no seu caminho; que saibam que as origens da ciência e da tecnologia recuam às culturas egípcia, grega, árabe e chinesa e que consciencializem o facto de que os cientistas trazem para o trabalho os valores e os preconceitos das culturas em que vivem (NSTA, 1994; Bentley, 1995).

- A comunicação oral e escrita eficaz é tão importante em todas as facetas da vida que os professores de todas as disciplinas e de todos os níveis de ensino devem considerá-la uma das prioridades para todos os alunos. Para além disso, os professores de ciências devem salientar a clareza de expressão, porque as provas científicas e a réplica inequívoca a estas não podem ser compreendidas sem algum esforço de expressão rigorosa dos processos, das descobertas e das ideias de cada um e de descodificação das explicações de outrem (NSTA, 1994; Carvalho, 1995).

- A natureza colaborativa do trabalho científico e tecnológico deve ser fortemente reforçada através de actividades de grupo frequentes na sala de aula. Os cientistas trabalham normalmente em grupos e com menos frequência como investigadores isolados. De forma semelhante, os alunos devem ganhar experiência na partilha de responsabilidades para a aprendizagem em conjunto. O recurso a uma estratégia de trabalho em grupo nas aulas de ciências pode promover a compreensão do funcionamento da ciência. As estratégias de grupo têm muitas vantagens no ensino: por exemplo, ajudar os jovens a perceber que todos podem contribuir para atingir objectivos comuns e que o progresso não depende do facto de todos possuírem as mesmas capacidades. No processo de discussão acerca de uma ideia e na procura de noções comuns, os alunos de um mesmo grupo têm de informar frequentemente os colegas acerca de procedimentos e significados, argumentar acerca de descobertas e avaliar a evolução da tarefa. No contexto da responsabilidade de equipa, o feedback e a comunicação tornam-se mais realistas e tomam um carácter muito diferente da abordagem comum e individualista do papaguear do manual escolar ou do trabalho de casa (Johnson & Johnson, 1990; Martins, 1991; Cavaco, 1992; OCDE, 1992; NSTA, 1994; Osborne & Freyberg, 1995; Davies, 1996).

- Em ciência, métodos e conclusões estão intimamente ligados. A natureza do método depende daquilo que está a ser investigado e aquilo que se aprende depende dos métodos usados. Um ensino da ciência que procure apenas transmitir aos alunos os conhecimentos acumulados de uma determinada área não conduz à compreensão dos conceitos científicos nem dos processos, nem desenvolve a capacidade de raciocínio e pensamento crítico (Rutherford & Ahlgren, 1995; Kyle, 1995). Por outro lado, ensinar o raciocínio científico como um conjunto de processos sem relação com qualquer conteúdo particular - o método científico, por exemplo - é igualmente fútil. Como refere Gago (1990), os professores de ciências devem ajudar os alunos a adquirir tanto o conhecimento científico do mundo como os hábitos mentais científicos que a ele conduziram.

- O objectivo essencial do ensino da ciência deve ser a compreensão, e não o vocabulário. Contudo, a utilização de uma terminologia clara e inequívoca é fundamental na comunicação científica e na sua compreensão. Alguns termos técnicos são úteis para todos, pois facilitam a comunicação. Contudo, o número desses termos essenciais, a aprender pelos alunos, deve ser relativamente pequeno. Se os professores introduzirem termos técnicos somente quando necessários à clarificação do pensamento e à promoção da comunicação efectiva, então os alunos formarão gradualmente um vocabulário funcional que sobreviverá para lá do teste seguinte. A concentração dos professores no vocabulário, porém, pode implicar uma menor atenção à ciência como processo, o que coloca em risco a sua compreensão (AAAS, 1993; Ciari, 1997).

- A ciência é mais do que um corpo de informação e um modo de acumular e validar essa informação. É também uma actividade social que incorpora certos valores humanos (Ziman, 1986). A alta estima votada à curiosidade, à criatividade, à imaginação e à beleza não é algo que se confine à ciência - como também o cepticismo e o desagrado pelo dogmatismo não se restringem a ela. Contudo, tudo isto é altamente característico do empreendimento científico. Ao aprender ciência, os alunos devem encontrar estes valores como parte da sua experiência e não como afirmações vazias (Bentley, 1995; Rutherford & Ahlgren, 1995).

- A ciência não cria a curiosidade. Aceita-a, estimula-a, incorpora-a, recompensa-a e disciplina-a, e o mesmo deve fazer um bom ensino da ciência. Assim, os professores de ciência devem encorajar os alunos a levantar questões acerca das matérias em estudo, sugerir-lhes modos produtivos de encontrar respostas e recompensar aqueles que levantam e tentam investigar questões fora do comum, mas relevantes. Numa aula de ciências as questões devem ser tão valorizadas como os conhecimentos (AAAS, 1993; Chambers & Forth, 1995).

- Os cientistas prezam muito o uso criativo da imaginação. As aulas de ciências devem ser um local onde a criatividade e a invenção - como qualidades distintas da excelência acadêmica - sejam reconhecidas e encorajadas. Na verdade, os professores podem dar expressão à própria criatividade inventando actividades nas quais serão recompensados pela originalidade e imaginação dos alunos (Penick, 1992).

- A ciência prospera devido ao cepticismo institucionalizado daqueles que a praticam. O princípio central é o de que as provas científicas que justificam determinado problema, a sua lógica e as afirmações de alguém serão questionadas e que a experimentação será sujeita a réplica. Nas aulas de ciências os professores devem levantar muitas questões de modo a que os alunos desenvolvam a capacidade de pensamento crítico e criativo. Alguns exemplos de questões podem ser os seguintes: De que modo chegámos a este conhecimento? Quais as provas científicas que justificam este problema? Como explicas? Há explicações alternativas ou outras maneiras melhores de resolver o problema? O objectivo deve ser habituar os alunos a colocarem eles mesmos este tipo de questões e a procurar respostas para elas (Matthews, 1994; NRC, 1994; NSTA, 1994).

- Os alunos devem compreender a ciência como um processo para alargar o conhecimento e não como uma verdade inalterável, o que significa que os professores não devem transmitir a impressão de que eles próprios e os manuais escolares são autoridades absolutas cujas conclusões estão sempre correctas. Ao discutirem a credibilidade das afirmações científicas e ao promoverem a interpretação dos desacordos entre cientistas os professores de ciências podem ajudar os alunos a manterem o equilíbrio entre a necessidade de aceitarem grande parte dos conhecimentos científicos e ao mesmo tempo a importância de manterem uma mente aberta no sentido de estarem também atentos e receptivos a possíveis mudanças (AAAS, 1993).

-Muitas pessoas consideram a ciência fria e nada interessante. Contudo, a compreensão científica de fenómenos como, por exemplo, a formação das estrelas, o azul do céu ou a estrutura do coração humano não envolve necessariamente a destruição dos significados românticos e espirituais desses fenómenos. Além disso, o conhecimento científico pode possibilitar prazeres estéticos adicionais tais como a percepção do padrão de difracção das luzes da rua, vistas através de uma cortina, o pulsar da vida num organismo microscópico, a imponência do arco de uma ponte, a eficiência da combustão nas células vivas, a história presente numa rocha ou numa árvore. Há ,também, como que uma estética nas ideias e nas explicações científicas. Os professores de ciências devem estabelecer um ambiente de aprendizagem em que os alunos sejam capazes de alargar e aprofundar a sua reacção à beleza das

ideias, dos métodos, dos instrumentos, das estruturas, dos objectos e dos organismos vivos (Rutherford & Ahlgren, 1995).

- Os professores devem reconhecer que, para muitos alunos, a aprendizagem das ciências envolve sentimentos de ansiedade e o medo de fracassar. Isto, sem dúvida, é uma consequência, em parte, daquilo que é ensinado e do modo como é ensinado e, em parte, de atitudes transmitidas acidentalmente nos primeiros tempos de escolaridade por pais e professores que, eles próprios, não se sentem à vontade com a ciência. Contudo, em vez de desprezarem a ansiedade relacionada com a ciência como algo sem fundamento, os professores devem garantir aos alunos que compreendem estas suas particularidades e que trabalharão com eles no sentido de as ultrapassarem. Trata-se, assim, de desenvolver a auto-estima dos alunos através do ultrapassar de tais receios e inquietações (AAAS, 1989).

Desta forma, os professores devem assegurar-se que os alunos obtenham algum sucesso na aprendizagem das ciências. Consequentemente, devem deixar de salientar o acertar em todas as respostas como critério principal de sucesso. No fundo, a própria ciência, como diz Alfred North Whitehead (citado em Rutherford & Ahlgreen, 1995), nunca está completamente certa. A compreensão de alguma coisa nunca é absoluta e pode adoptar muitas formas. Do mesmo modo, os professores devem esforçar-se para que os alunos, principalmente aqueles que demonstrarem menor autoconfiança, tomem consciência dos respectivos progressos e devem encorajá-los a prosseguir os seus estudos.

- Muitos alunos receiam utilizar os instrumentos de laboratório e outras ferramentas comuns na actividade científica. Este medo pode ter sido originado pela falta de oportunidade para, com segurança, utilizarem esses instrumentos. As raparigas, particularmente, parecem sofrer, em muitos países, com a noção errónea de que os rapazes estão mais aptos a lidar com ferramentas e aparelhagem laboratorial. Começando nos primeiros anos, todos os jovens deviam adquirir gradualmente familiaridade com os materiais de laboratório e aprender a usá-lo correctamente. No final da escolaridade todos deviam ter tido experiências com esses materiais (NSTA, 1994; Woolnough, 1994).

Devido ao facto das profissões nas áreas da ciência terem sido predominantemente desempenhadas por indivíduos ocidentais do sexo masculino, os alunos do sexo feminino e de minorias raciais podem facilmente adquirir a impressão de que estas áreas estão para além das suas capacidades ou que não

são adequadas para eles por quaisquer outros motivos. A confirmar isto, são sobejamente conhecidos os estudos em que se pede a crianças para desenharem um cientista e, infalivelmente, a imagem que surge é o de um homem de certa idade com fisionomia ocidental. Esta percepção desanimadora - reforçada demasiadas vezes pelo ambiente exterior à escola - persistirá, a não ser que os professores trabalhem activamente no sentido de a alterarem. Os professores devem seleccionar matérias de aprendizagem que ilustrem o contributo das mulheres e das minorias, apresentar indivíduos como modelos e tornar claro aos estudantes do sexo feminino e das minorias que se espera que aprendam os mesmos assuntos e ao mesmo nível que todos os outros e obtenham resultados igualmente bons (AAAS, 1993).

- Uma insistência exagerada na competição por notas altas entre os estudantes distorce aquilo que devia ser o primeiro motivo para estudar ciência: compreender melhor o mundo que nos rodeia. A competição entre os estudantes na aula de ciências pode também ter como consequência que alguns deles desenvolvam aversão à ciência e percam a confiança na própria capacidade para a aprenderem (Rutherford & Ahlgren, 1995).

- As crianças aprendem com os pais, irmãos e outros parentes, com os colegas e amigos, bem como com os professores e outras pessoas. Aprendem com os livros e revistas, com os filmes, com a televisão, com a rádio, com os computadores, quando vão aos museus e ao jardim zoológico, a festas e a reuniões de clubes, a concertos de música e a eventos desportivos, com os livros escolares e no ambiente escolar em geral. O ensino das ciências deve explorar os vastos recursos da comunidade num sentido mais alargado e envolver, de formas úteis, os pais e outros adultos interessados.

A este respeito, no capítulo "Orientação metodológica" da organização curricular e programas para o segundo ciclo do Ensino Básico, publicado pelo Ministério da Educação, pode ler-se o seguinte:

Tendo em vista uma visão conjunta do Meio, é importante o uso de uma metodologia com uma forte componente activa e interdisciplinar que conduza à elaboração de projectos comuns, em que há transferência de conhecimentos e técnicas entre as diferentes áreas. A investigação directa da realidade é importante para a formação do futuro cidadão consciente que saiba observar o que o rodeia, conhecer dados de fontes diversas, fornecer alternativas aos problemas quotidianos do seu meio e aplicar os conhecimentos a situações novas. (DGEBS, 1991, p.186)

- Também é importante que os professores reconheçam que parte daquilo que os alunos aprendem informalmente pode estar errado, incompleto e deficiente, ou mal compreendido, podendo constituir formas alternativas de saber que são avessas à mudança. No entanto, a educação formal pode ajudar a reestruturar esses conhecimentos e a adquirir outros novos que se aproximem mais dos conhecimentos cientificamente aceites (Cachapuz, 1995).

- O professor deve ser um organizador e orientador do trabalho a desenvolver dentro e fora da sala de aula dando pistas que o aluno poderá explorar por si mesmo ou em colaboração com outros elementos da turma. No percurso que oriente não pode considerar fases rígidas, uma vez que a educação em ciências é um processo dinâmico onde as operações mentais se entrelaçam (DGEBS, 1991; Dekk, 1995; Davies, 1996).

- O ensino deve ser investigativo, convertendo-se num ensino aberto em que o aluno é sujeito activo do processo educativo. Isto implica alterações em relação à maneira como, actualmente, muitos professores ensinam ciências: por exemplo, o livro deixa de ser o único suporte de aprendizagem, sendo importante a aquisição de métodos de trabalho diversificados (DGEBS, 1991; DGBS, 1993).

- Na aprendizagem da ciência os alunos necessitam de tempo para explorar fenómenos, fazer observações, optar pelo caminho errado e dar pelos seus próprios erros, testar ideias, repetir as coisas muitas vezes. O tempo é necessário também para construir coisas, calibrar instrumentos, coleccionar objectos, construir modelos físicos e matemáticos, para testar ideias através de experiências, para inquirir à sua volta, ler e argumentar. Para além disso, qualquer tema de ciência que seja ensinado apenas numa aula ou numa unidade não terá qualquer probabilidade de deixar rasto no final da escolaridade. Para se fixarem e amadurecerem, os conceitos não devem ser apresentados apenas de tempos a tempos, mas estudados periodicamente em diferentes contextos e segundo níveis crescentes de complexidade (Rutherford & Ahlgren, 1995). A abordagem de uma mesma noção várias vezes não significa repetição, pois existem graus de conceptualização, conforme os diferentes níveis de desenvolvimento.

Em suma, a resolução de problemas reais com interesse para os alunos, os métodos activos centrados no aluno e o envolvimento destes na aprendizagem das ciências, entre outros, parecem ser os pontos fortes desta breve revisão de literatura, acerca do ensino das ciências. O trabalho de projecto, enquanto metodologia pedagógica, parece ser uma proposta interessante a seguir nas aulas de ciências, pois vai ao encontro das propostas actuais para o ensino das ciências defendidas internacionalmente e também a nível do nosso país (Costa,1998).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1989). Science for all Americans (Project 2061). Washington DC: American Association for the Advancement of Science.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS).(1993). Benchmarks for science literacy. (Project 2061). N Y: Oxford University Press.
- Baroody, A. J.(1993). Problem solving, reasoning and communicating, k-8. New York: Macmillan
- Bentley, M. (1995). US science education: Prospects for reform. *Australian Science Teachers Journal*, 41,(3), 20-27.
- Carvalho, A. D.(1992). A Educação como Projecto Antropológico. Porto: Edições Afrontamento.
- Carvalho, A. D. (Org.) (1995). *Novas Metodologias em Educação*. Porto: Porto Editora.
- Cavaco, M. H. (1992). *A Educação Ambiental para o Desenvolvimento: testemunhos e notícias*. Lisboa: Escolar Editora.
- Chambers, F. & Forth, I. (1995). A recipe for planning a project: a novice manager's guide to small project design. *International Journal of Education Development*, 15(1), 61-70.
- Ciari, B. (1997). *As Novas Técnicas Didácticas (2ª Edição)*. Lisboa: Editorial Estampa.
- Costa, J. A. (1998). *Planear, Investigar, Produzir e Partilhar: Contributos do Trabalho de Projecto na Aprendizagem das Ciências da Natureza*. Tese de Mestrado não publicada, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Costa, J.A. (1999). O papel da escola na sociedade actual: implicações no ensino das ciências. *Millenium (Revista do Instituto Superior Politécnico de Viseu)*, 15, 56-62.
- Davies, G. (1996). Cooperative Education - Experimental, Cooperative, and Study Abroad Education. *Journal of Chemical Education*, Vol. 73, nº 5, 438440.
- Dekker, R. (1995). Learning Mathematics in Small Heterogenous Groups. *L`Educazione Matematica*, 2(1), 9-19.
- DGEBS (1991). *Organização curricular e programas do 2º ciclo do Ensino Básico (vol. 1)*. Lisboa: Ministério da Educação.
- DGEBS (1993). *Objectivos gerais de ciclo: Ensino básico, 2º e 3º ciclos*. Lisboa: Ministério da Educação.

Domingos, A. M.; Neves, I. P. & Galhardo, L. (1987). Uma forma de estruturar o ensino e a aprendizagem.(3ª ed.) Lisboa: Livros Horizonte.

Gago, M. (1990). Manifesto para a ciência em Portugal. Lisboa: Gradiva.

Johnson, D. W.& Johnson, R. T. (1990). Using Cooperative Learning in Math. In N. Davidson (Ed.), Cooperative Learning in Mathematics (pp. 103-125). Menlo Park, California: Addison-Wesley.

Jorge, M. M. (1992). Educação em ciência: perspectivas actuais. In Oliveira, M. T. (Coord.), Didáctica da Biologia (pp. 29-41). Lisboa: Universidade Aberta.

Kyle, W. (1995). Scientific Literacy: Where Do We Go From Here? *Journal of Research in Science Teaching*, 32(10), 1007-1009.

Martins, I. P. et al. (Eds.) (1991). Didáctica: Projecto de Formação e Investigação. Actas do 2º Encontro Nacional de Didácticas e Metodologias de Ensino. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Martins, I. P. (Coord.)(1994). Investigação Didáctica e Ensino Inovador das Ciências 1º e 2º Ciclos do Ensino Básico. Actas do IV Encontro Nacional de Docentes de Ciências da Natureza. Aveiro: Universidade de aveiro.

Matthews, M. R. (1994). Science teaching: The contribution of history and philosophy of Science. New York: Routledge.

National Research Council. (1994). Draft national science education standards. Washington, DC: National Academy Press.

National Science Teachers Association (1994). *NSTA Reports!*, p. 10.

OCDE (1992). *A Ecologia e a Escola: Propostas de Pedagogia Activa*. Rio Tinto: Edições ASA.

Osborne, R. & Freyberg, P. (1995). *Learning in science*. Auckland, NZ: Heinemann Press.

Penick, J. (1992). Teaching for creativity. Em J. Reay e J. George (Eds.), *Education in science and technology for development. Perspectives for the 21 st century*. West Indies: ASETT/ICASE.

Pereira, M. (Coord.), (1992). *Didáctica das Ciências da Natureza*. Lisboa: Universidade Aberta.

Ruba, Jr., P. A. (1982). Scientific literacy: The decision is ours. Em J. Staver (Ed), *AETS Yearbook. An analysis of the secondary school science curriculum and directions for action in the 80's*, pp. 4-13. Columbus: Ohio: AETS.

Rutherford, F. J. e Ahlgren, A.(1995). *Ciência para todos*. Lisboa: Gradiva.

Shoring, N. (1995). Project work: Why should you include it in your teaching program?. *Australian Science Teachers Journal*, 41,(3), 28-29.

Watts, M. (1991). *The science of problem-solving*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Williams, R., et al. (1995). *Ciência para Crianças*. Lisboa: Instituto Piaget.

Woolnough, B. E. (1994). *Effective science teaching*. Bristol: Open University Press.

Yager, R. (1981). The current situation in science education. In J. Staver, (Ed). *An analysis of the secondary school science curriculum and directions for action in the 1980's*. Columbus, Ohio: ERIC.

Ziman, J. (1986). *Science Education - for whom*. Em J. Brown, A. Cooper, Tootes e D. Zeldin (Eds), *Science in school*. Milton Keynes: OUP.