



EDUCAÇÃO em CIÊNCIAS e ENSINO EXPERIMENTAL

Formação de Professores

Ministério da Educação **ME**


Direcção-Geral de Inovação
e de Desenvolvimento Curricular

Isabel P. Martins
Maria Luísa Veiga
Filomena Teixeira
Celina Tenreiro-Vieira
Rui Marques Vieira
Ana V. Rodrigues
Fernanda Couceiro





Colecção Ensino Experimental das Ciências
Educação em Ciências e Ensino Experimental
Formação de Professores

2ª Edição - (Setembro, 2007)

Editor

Ministério da Educação
Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular

Autores

Isabel P. Martins, Maria Luísa Veiga, Filomena Teixeira, Celina Tenreiro-Vieira,
Rui Marques Vieira, Ana V. Rodrigues e Fernanda Couceiro

Design

Manuela Lourenço

Paginação

Olinda Sousa

Execução gráfica

Tipografia Jerónimus, Lda.

Tiragem - 1.500 Exe.




Depósito Legal

247817/06

ISBN

972-742-239-X
978-972-742-239-5

Índice

Introdução	5
 Enquadramento do Programa de Formação	9
1.1 Princípios organizadores	9
1.2 Finalidade e Objectivos da Formação	12
 Enfoques da Formação	15
2.1 Educação em Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico	15
2.1.1 Importância da Educação em Ciências nos primeiros anos de escolaridade	16
2.1.2 Finalidades da Educação em Ciências para todas as Crianças	18
2.2 Temas a desenvolver na Educação em Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico	20
 Quadros de Referência e Metodologias a privilegiar na Educação em Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico	23
3.1 Sócio-construtivismo e aprendizagem das Ciências	25
3.1.1 Concepções alternativas e a aprendizagem das Ciências	28
3.1.2 Identificação de concepções alternativas em crianças (O ConCISE Project)	31
3.1.3 Concepções alternativas e estratégias de ensino	33
3.2 Trabalho científico nos primeiros anos de escolaridade	34
3.2.1 Actividades práticas, laboratoriais e experimentais	36
Conceptualizações	
Finalidades e limitações	
Tipos de actividades práticas	
3.2.2 Trabalho prático investigativo	42
Promover competências de investigação nos alunos: a carta de planificação	
Grau de abertura de uma investigação	
Resultados, conclusões e limites de validade	
Experiências controladas	
Ensaio múltiplos e valores médios	
3.3 Avaliação das aprendizagens dos alunos	50
Referências Bibliográficas	55
Bibliografia Essencial	59
Bibliografia de Aprofundamento	61

Introdução

O presente livro destina-se a apoiar o Programa de Formação de professores do 1º Ciclo do Ensino Básico em exercício, com vista ao ensino experimental das Ciências neste nível de escolaridade. Trata-se de um programa concebido para professores que pretendam melhorar as suas práticas de ensino experimental das Ciências, de cariz prático, isto é, direccionado para práticas de sala de aula, enquadrado por conhecimento didáctico actual para este nível de ensino. Tal conhecimento tem vindo a ser produzido através da investigação em Didáctica das Ciências, a nível internacional, impulsionada pela ideia de que a Educação em Ciências desde os primeiros anos deve ser um objectivo das sociedades modernas, pois será fonte de desenvolvimento e de criação de competências necessárias ao exercício de uma cidadania responsável.

O Programa de Formação de professores está organizado para ser desenvolvido ao longo de um ano lectivo, apoiado por formadores habilitados para tal e compreende sessões de tipologia diversa quanto ao conteúdo da formação, dimensão do grupo de professores a envolver e natureza das tarefas a executar por cada professor.

Para organizar as sessões de trabalho com os professores foi concebido o presente volume e uma série de Guiões Didácticos temáticos em tópicos relevantes do Currículo Nacional de Ensino Básico e do Programa do 1º Ciclo, organizados na Colecção "Ensino Experimental das Ciências".

Neste volume abordam-se os princípios em que deve assentar o ensino das Ciências nos primeiros anos, em particular, os fundamentos, as características e o tipo de trabalho prático possível de desenvolver com os alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico. Encontra-se estruturado em três Secções.

Na primeira, “Enquadramento do Programa de Formação”, explicitam-se os princípios organizadores do Programa de Formação de professores, dando-se particular relevo à formação como instrumento de desenvolvimento social, pessoal e profissional do professor, à necessidade de promover a integração do conhecimento teórico com o conhecimento prático, à imprescindibilidade de promover a inovação no ensino num quadro de formação sobre e para novas práticas de sala de aula. Os objectivos de formação são enunciados à luz dos princípios anteriores e tendo como finalidade última a melhoria das aprendizagens em Ciências dos alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico.

Na segunda Secção, “Enfoques da Formação”, explicita-se a importância da educação em Ciências nos primeiros anos de escolaridade orientada por ideais humanistas integrando os saberes científicos na cultura. Enunciam-se finalidades da educação em Ciências para todas as crianças, com particular ênfase na promoção da literacia científica própria deste nível etário. Apresentam-se os temas seleccionados para desenvolvimento no Programa de Formação, apoiados pelos Guiões Didácticos respectivos.

Na terceira Secção, “Quadros de referência e metodologias a privilegiar na educação em Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico”, exploram-se três dimensões indispensáveis para melhorar as práticas sobre o ensino experimental das Ciências, a saber, a aprendizagem das Ciências no quadro referencial do construtivismo, a natureza do trabalho prático a desenvolver pelas crianças do 1º Ciclo do Ensino Básico e a avaliação das aprendizagens.

No que respeita à aprendizagem das Ciências dá-se especial relevo às concepções alternativas dos alunos sobre conceitos centrais e suas implicações para outras aprendizagens. Sistematizam-se características das concepções alternativas e possíveis origens. Exploram-se estratégias de identificação das ideias dos alunos e discutem-se propostas didácticas que possam tê-las em conta.

Relativamente ao trabalho prático que se preconiza para este nível de ensino, o aspecto central do Programa de Formação, discute-se a sua pertinência e faz-se o respectivo enquadramento metodológico.

Ilustram-se tipos de actividades práticas possíveis de desenvolver e suas finalidades. Dá-se especial relevo ao trabalho prático investigativo na sua planificação, desenvolvimento e avaliação pelo próprio aluno, por exemplo, quando este participa na definição de uma questão-problema, se envolve nos procedimentos a seguir, os executa e, por fim, discute os limites de validade das conclusões alcançadas.

Quanto à avaliação das aprendizagens alcançadas pelos alunos, o tema é introduzido no âmbito do trabalho prático realizado em cada unidade temática, e é explorado numa perspectiva formativa e sumativa.

O livro termina com indicação da Bibliografia recomendada para professores, essencial (comentada sumariamente) e de aprofundamento (por temas desenvolvidos nas três Secções).





Enquadramento do Programa de Formação

A promoção de condições nas escolas e o desenvolvimento de competências dos professores no que respeita à implementação do ensino das Ciências de base experimental no 1º Ciclo do Ensino Básico (CEB) são factores imprescindíveis à melhoria da formação científica dos alunos e, conseqüentemente, indutores de uma maior apetência dos jovens para a escolha de carreiras relacionadas com a Ciência e a Tecnologia, e para o acompanhamento de questões sócio-científicas. A ideia recorrente de que é precisa mais e melhor Educação em Ciências desde os primeiros anos e de que a Escola tem uma acentuada responsabilidade na concretização dessa meta reforça a necessidade de se intervir na formação institucionalizada de professores.

Apesar dos progressos alcançados na formação inicial de professores do 1º CEB em algumas instituições de ensino superior, sobretudo com a criação de cursos de licenciatura, é necessário desenvolver medidas para proporcionar formação a todos os professores em exercício sobre o ensino das Ciências para este nível de ensino. Com efeito, a grande maioria não terá tido uma formação específica neste domínio, pelo menos de orientação enformada pela investigação recente em Didáctica das Ciências, dado o número ainda exíguo de formadores (mestres e doutores) neste campo em Portugal. Além disso, as práticas de ensino das Ciências nas escolas são muito incipientes, quer em metodologias de trabalho adoptadas, quer em tempo curricular que lhes é destinado.

1.1 Princípios organizadores

Da investigação educacional no campo da formação de professores emergem orientações e princípios de formação. Neste Programa, na esteira do preconizado por investigadores como Klein (2001, 2005),

Loucks-Horsley e Stiles (2001), Marcelo-García (1999) e Vieira (2003), assumem-se os princípios de formação a seguir sintetizados:

(i) Encarar e valorizar a formação como um processo de desenvolvimento do professor

A formação como um processo de desenvolvimento / crescimento do professor (no quadro mais amplo do desenvolvimento humano) pressupõe a valorização das vertentes social, pessoal e profissional do professor. O *desenvolvimento social* compreende a (re)construção e (re)negociação do que significa ser professor de Ciências hoje. O *desenvolvimento pessoal* inclui a construção, avaliação e aceitação de novo conhecimento, bem como a gestão de sentimentos associados a processos de mudança de concepções e práticas. O *desenvolvimento profissional* envolve um investimento na melhoria de saberes fundamentantes de boas práticas de ensino das Ciências de base experimental. Assim, a formação deve favorecer a (re)construção do conhecimento didáctico de conteúdo, com ênfase no ensino das Ciências de base experimental nos primeiros anos de escolaridade. Tal implica a apropriação de quadros de referência e sua operacionalização na construção e exploração de recursos didácticos de apoio a um ensino das Ciências de qualidade no 1º CEB. A exploração de recursos e situações didácticas constitui um contexto para a emergência da (re)construção e/ou aprofundamento de conhecimento científico e curricular, incorporando a compreensão de concepções dos alunos no âmbito de diferentes domínios temáticos.

(ii) Integrar a teoria e a prática

A formação, enquanto processo de crescimento profissional do professor, deve ter como ponto de partida (e de chegada) as práticas dos professores. Assim, encara-se a formação como um processo de construção implicando uma dialéctica entre a teoria e a prática, de modo a que a produção de conhecimentos seja reinvestida na acção educativa.

Considerando que a formação envolve os professores num

processo que é condicionado pelas suas percepções, crenças e acções, as quais actuam como filtros nas decisões subjacentes às práticas de ensino, preconiza-se a reflexão e o questionamento centrado na prática profissional como um instrumento de formação capaz de: (a) revelar as teorias / concepções pessoais e o modo como os professores teorizam as suas práticas; (b) fazer emergir a tomada de consciência sobre necessidades de mudança; e (c) desencadear a apropriação de maneiras de concretizar a mudança e sua transposição para a sala de aula, procurando um isomorfismo entre formação e acção do professor no âmbito do ensino das Ciências de base experimental.

(iii) Perspectivar a formação no quadro de processos de mudança

Reconhecendo que a eficácia da formação pode ser condicionada por factores que se inscrevem no quadro de processos de mudança, assume-se a necessidade e importância de atender às preocupações e sentimentos dos professores. As preocupações poderão incluir a necessidade de ir ao encontro de exigências curriculares e de avaliação, a dominância da intervenção do professor na sala de aula, o controlo da turma e a relação com os alunos. Entre os sentimentos que é preciso aprender a gerir encontram-se a ansiedade, medos e receios de correr riscos, a incerteza e a falta de confiança na intervenção didáctica.

Neste contexto, assume particular relevância que se encare a mudança como uma modificação em direcção à melhoria da qualidade das aprendizagens dos alunos e não como um problema ou uma ameaça. Nesse sentido, importa promover a auto-confiança e uma disposição positiva e valorativa sobre o ensino das Ciências de base experimental no 1º CEB (não o subvalorizando em relação a outras áreas, como a Língua Portuguesa e a Matemática). Para tal, é fundamental o envolvimento e responsabilização do professor na exploração de situações didácticas, na produção e implementação de actividades práticas, laboratoriais e experimentais em sala de aula e na consequente avaliação das mesmas. A este nível, o acompanhamento do professor na escola / sala de aula afigura-se como potenciador da mudança e do gerir de sentimentos a ela

associados, bem como da criação de dinâmicas de trabalho colaborativo em torno da valorização da Educação em Ciências.

(iv) Articular a formação de professores e o desenvolvimento organizacional da escola

Considerando que as escolas são lugares, por excelência, de desenvolvimento dos professores, a formação deve ter como referência o contexto de trabalho destes, centrando-se na escola / agrupamento. Centrar a formação na escola, de forma a potenciar a inovação no sentido desejado, pressupõe: (a) a observância de normas organizacionais que sustentam uma cultura de trabalho colaborativo e a experimentação; (b) a existência de responsáveis / directores de escola que se envolvem com os professores na clarificação de metas e de expectativas para a formação continuada e nos incentivos a facultar pela sua participação na formação; e (c) a existência de responsáveis / directores de escola que apoiam os esforços de mudança das práticas.

1.2 Finalidade e objectivos da Formação

O Programa de Formação de professores para o desenvolvimento de boas práticas para o ensino das Ciências de base experimental, tem como finalidade última a melhoria das aprendizagens dos alunos do 1º CEB. Neste quadro, são objectivos do Programa:

- Aprofundar a formação dos professores do 1º CEB, de modo a reforçar a compreensão da actual relevância de uma adequada Educação em Ciências para todos, capaz de os mobilizar para desenvolver uma intervenção inovadora no ensino das Ciências nas suas escolas.

O que está em causa neste objectivo é a formação dos professores sobre perspectivas actuais da Educação em Ciências orientada para a cultura científica dos cidadãos. Compreender o papel desta orientação nos primeiros anos e o modo como o fazer com os alunos constituem a essência deste objectivo.

- *Promover a (re)construção de conhecimento didáctico de conteúdo, com ênfase no ensino das Ciências de base experimental nos primeiros anos de escolaridade, tendo em consideração a investigação em Didácticas das Ciências, bem como as actuais orientações curriculares para o Ensino Básico das Ciências Físicas e Naturais.*

Através deste objectivo pretende-se que o Programa de Formação permita aos professores compreender e aprofundar quadros de referência sócio-culturais e metodológicos, fundamentadores da tomada de decisão e da acção na escola do 1º ciclo, que relevam a Ciência como um dos pilares da cultura das sociedades actuais.

Pretende-se, ainda, aprofundar o conhecimento dos professores sobre desenvolvimento curricular, em particular o reconhecimento dos quadros de referência emergentes da investigação em Didáctica das Ciências que estão plasmados no Currículo Nacional, o qual preconiza que a Educação em Ciências deve ser vista, acima de tudo, como promotora da literacia científica e onde o ensino de base experimental figura como dominante.

- *Promover a exploração de situações didácticas para o ensino das Ciências de base experimental no 1º CEB, fazendo emergir o aprofundamento e/ou reconstrução de conhecimento científico e curricular.*

Neste objectivo está em causa criar oportunidades para os professores conhecerem e discutirem situações didácticas imersas em quadros de referência sócio-culturais e metodológicos, emergentes da investigação em Didácticas das Ciências, dos quais os professores precisam de se apropriar com vista à sua transposição para a sala de aula. Pretende-se, em simultâneo, que os professores tenham oportunidade de (re)construir e/ou aprofundar conhecimento científico do conteúdo, necessário a uma exploração de qualidade de tais situações didácticas em sala de aula, tendo em consideração o nível etário e o desenvolvimento cognitivo dos alunos com que trabalham.

- *Promover a produção, implementação e avaliação de actividades práticas, laboratoriais e experimentais para o ensino das Ciências no 1º CEB.*

Pretende-se, assim, que o Programa de Formação integre oportunidades para os professores implementarem e avaliarem actividades práticas, laboratoriais e experimentais, concretizadas através da apresentação de guiões didácticos desenvolvidos para o efeito. Pretende-se, também, que os professores sejam incentivados a produzir, implementar e avaliar recursos didácticos / actividades para o ensino das Ciências de base experimental. Em ambos os casos, os professores devem ser apoiados e acompanhados de forma a ganharem mais versatilidade e confiança, aspectos fundamentais para o desenvolvimento de práticas de qualidade no ensino das Ciências de base experimental no 1º Ciclo do Ensino Básico.

- *Desenvolver uma atitude de interesse, apreciação e gosto pela Ciência e pelo seu ensino.*

O que está em causa neste objectivo é criar condições para que os professores, tendo consciência das suas próprias carências na área das Ciências, se entusiasmem pelo aprofundamento desse conhecimento e das questões do seu ensino e da sua aprendizagem. Pretende-se fomentar nos professores uma postura que contrarie a menoridade da área das Ciências no currículo do 1º CEB, cuja ênfase, ditada por pressões sociais diversas, tem sido posta no desenvolvimento de competências das crianças na leitura e na escrita e, também, na numeracia.

Para a consecução dos objectivos acima enunciados, o Programa de Formação deve ser operacionalizado em sessões teórico-práticas, no âmbito das quais devem ser abordadas as temáticas apresentadas nos pontos seguintes.



Enfoques da Formação

Esta secção estrutura-se em duas vertentes. Na primeira, procuram focar-se, ainda que sumariamente, a importância e finalidades da Educação em Ciências nos primeiros anos de escolaridade e para todas as crianças. Na segunda, explicitam-se os temas a desenvolver e os critérios que presidiram à sua escolha.

2.1 Educação em Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico

Neste domínio, pretende-se que os professores possam conhecer e apropriar-se de razões fundamentantes da pertinência do ensino das Ciências em contexto formal, desde os primeiros anos e para todas as crianças, com vista ao desenvolvimento de formas eficazes e inovadoras da sua operacionalização na escola do 1º CEB.

A este propósito, realce-se que as transformações sociais que vão ocorrendo a nível mundial têm reflexos na vida económica e organizacional, as quais necessariamente se repercutem nas formas e processos de difusão da informação e do conhecimento.

É esta crescente difusão que nos permite ter hoje uma consciência mais alargada e global do mundo, das sociedades, das suas diferenças e contrastes, mas também das semelhanças, no que respeita a necessidades básicas de formação para uma melhor gestão dos recursos disponíveis e para a procura de soluções para problemas de carácter transnacional. É nestes que se inserem, por exemplo, a perda de recursos ambientais, a escassez da produção alimentar, o não acesso universal a água potável, a propagação de epidemias,..., problemas que exigem cooperação internacional apoiada na acção prática (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento [PNUD], 2005; Projecto do Milénio das Nações Unidas [PMNU], 2005). A sua resolução, embora dependente de interesses económicos e de

decisões políticas, não pode deixar de contemplar o conhecimento científico que hoje se tem sobre as possíveis causas e consequências desses mesmos problemas. No entanto, a própria Ciência nem sempre elege a resolução destes como a sua maior preocupação, já que ela própria depende, para o seu avanço, de meios financeiros que estão na posse de quem nem sempre se preocupa só com o bem e o benefício de todos.

De facto, o desenvolvimento científico-tecnológico não é linear nem independente dos valores sociais e éticos dominantes em cada momento. De igual modo, a visão científica do mundo não é a única possível, mas há um grande número de questões que não poderão ignorar a importância desse conhecimento científico para a sua resolução. É que só a Ciência fornece bases que permitem avaliar os efeitos da Tecnologia no ambiente e só a Ciência pode ajudar a encontrar soluções para a segurança do planeta. Enfim, só os processos próprios do conhecimento científico permitem elaborar juízos válidos sobre questões transnacionais, nacionais e do quotidiano das pessoas (Rutherford e Ahlgren, 1995; Hodson, 1998).

É neste quadro que se coloca a importância da formação pessoal e social dos indivíduos, onde a componente científico-tecnológica se inclui e sem a qual aquela não será conseguida. Por isso se defende que cada indivíduo deve dispor de um conjunto de saberes do domínio científico-tecnológico que lhe permita compreender alguns fenómenos importantes do mundo em que vive e tomar decisões democráticas de modo informado, numa perspectiva de responsabilidade social partilhada.

2.1.1 Importância da Educação em Ciências nos primeiros anos de escolaridade

Os professores devem ter oportunidade de conhecer e discutir razões justificativas da importância da Educação em Ciências nos primeiros anos de escolaridade, em sociedades actuais de cariz acentuadamente científico e tecnológico, defendendo-se a orientação por ideais humanistas integrando os saberes científicos na cultura. Nesse sentido, nas sessões teórico-práticas de formação poderão ser

usados documentos bibliográficos variados, de que é exemplo o primeiro capítulo do livro de Pereira (2002).

De forma a clarificar e precisar o entendimento que deve nortear a abordagem deste tópico, enquadram-se e explicitam-se, de seguida, razões justificativas da Educação em Ciências desde os primeiros anos de escolaridade.

A necessidade de promover uma educação científico-tecnológica de base para todos, desde os primeiros anos de escolaridade, tem-se constituído em tema consensual para a grande maioria de investigadores e educadores. É nesta perspectiva que se defende que a escola básica terá sempre que veicular alguma compreensão, ainda que simplificada, de conteúdos e do processo e natureza da Ciência, bem como o desenvolvimento de uma atitude científica perante os problemas.

As razões a favor da Educação em Ciências desde os primeiros anos de escolaridade incluem:

- Responder e alimentar a curiosidade das crianças, fomentando um sentimento de admiração, entusiasmo e interesse pela Ciência e pela actividade dos cientistas (Cachapuz, Praia e Jorge, 2002; Martins, 2002; Pereira, 2002);
- Ser uma via para a construção de uma imagem positiva e reflectida acerca da Ciência (as imagens constroem-se desde cedo e a sua mudança não é fácil) (Martins, 2002);
- Promover capacidades de pensamento (criativo, crítico, metacognitivo,...) úteis noutras áreas / disciplinas do currículo e em diferentes contextos e situações, como, por exemplo, de tomada de decisão e de resolução de problemas pessoais, profissionais e sociais (Lakin, 2006; Tenreiro-Vieira, 2002);
- Promover a construção de conhecimento científico útil e com significado social, que permita às crianças e aos jovens melhorar a qualidade da interacção com a realidade natural (Santos, 2001; Fumagalli, 1998).



2.1.2 Finalidades da Educação em Ciências para todas as Crianças

Neste domínio, pretende-se que sejam enunciadas finalidades actuais da Educação em Ciências e que seja aprofundado o seu significado, para que os professores possam desenvolver compreensão sobre o *para quê* ensinar Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico e, conseqüentemente, para o *como* ensinar Ciências. É, sobretudo, pelo reconhecimento da importância desta última vertente no desenvolvimento dos alunos que a formação dos professores tem que também privilegiar (conforme se explicita na secção 3) a abordagem de quadros de referência e metodologias de ensino das Ciências adequadas aos destinatários e aos conceitos envolvidos.

Nesse sentido, nas sessões de formação poderão ser usados documentos bibliográficos variados, de que é exemplo o primeiro capítulo do livro de Pereira (2002).

A este propósito, note-se que a consciencialização que foi emergindo, desde as décadas de oitenta e noventa do século XX, sobre a necessidade de promover, de forma eficaz, uma formação no domínio científico-tecnológico obrigou (e continua a obrigar) a repensar as finalidades da Educação em Ciências e a galvanizar uma cultura para a Ciência escolar, assente na literacia científica para um público informado. Por exemplo, o documento norte-americano *National Science Education Standards* (NRC, 1996) salienta que, num mundo repleto de produtos e de indagação científica, a literacia científica é uma necessidade para todos, porquanto: (a) todos precisamos de utilizar informação científica para fazer escolhas que se nos apresentam a cada dia; (b) todos precisamos de ser capazes de nos envolver em discussões públicas sobre questões do domínio público que se relacionam com a Ciência e com a Tecnologia; e (c) todos merecemos partilhar da emoção e da realização profissional que pode advir da compreensão do mundo natural.

A importância concedida à literacia científica é também posta em evidência no relatório *Beyond 2000: Science Education for the Future* (Millar e Osborne, 1998; Millar, Osborne e Nott, 1998). A primeira das recomendações apresentadas no relatório sublinha que o currículo de

Ciências (dos cinco aos 16 anos) deve ser visto, primeiramente, como promotor da literacia científica. A ênfase deve ser colocada no desenvolvimento de uma ampla compreensão da Ciência (não meramente do seu conteúdo, mas também da sua natureza), dos seus grandes temas e das origens das ideias científicas.

Assumindo que a Educação em Ciências deve ser vista, primeiramente, como promotora da literacia científica (a qual pode ser definida, utilizando a recente conceptualização de Harlen (2006a, p. 6) como uma “ampla compreensão das ideias-chave da Ciência, evidenciada pela capacidade de aplicar essas ideias aos acontecimentos e fenómenos do dia-a-dia e a compreensão das vantagens e limitações da actividade científica e da natureza do conhecimento científico”), e considerando que tal é incompatível, desde logo, com a finalidade exclusivamente propedêutica do ensino das Ciências, isto é, com uma Ciência escolar relevante só para prosseguir estudos científicos superiores (Acevedo-Díaz, 2004; Harlen, 2006a; Howe, Davies, McMahon, Towler e Scott, 2005), podem considerar-se como finalidades da Educação em Ciências para todas as crianças:

- Promover a construção de conhecimentos científicos e tecnológicos que resultem úteis e funcionais em diferentes contextos do quotidiano;
- Fomentar a compreensão de maneiras de pensar científicas e quadros explicativos da Ciência que tiveram (e têm) um grande impacto no ambiente material e na cultura em geral;
- Contribuir para a formação democrática de todos, que lhes permita a compreensão da Ciência, da Tecnologia e da sua natureza, bem como das suas inter-relações com a sociedade e que responsabilize cada indivíduo pela sua própria construção pessoal ao longo da vida;
- Desenvolver capacidades de pensamento ligadas à resolução de problemas, aos processos científicos, à tomada de decisão e de posições baseadas em argumentos racionais sobre questões sócio-científicas;

- Promover a reflexão sobre os valores que impregnam o conhecimento científico e sobre atitudes, normas e valores culturais e sociais que, por um lado, condicionam, por exemplo, a tomada de decisão grupal sobre questões tecnocientíficas e, por outro, são importantes para compreender e interpretar resultados de investigação e saber trabalhar em colaboração.

2.2 Temas a desenvolver na Educação em Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico

Neste domínio, pretende-se que os professores tenham oportunidade de actualizar e aprofundar conhecimento científico no âmbito de temas a trabalhar com os alunos, de acordo com os Guiões Didácticos desenvolvidos para o Programa de Formação, e, por conseguinte, a serem explorados em sessões teórico-práticas. Em cada um dos Guiões Didácticos, o ponto relativo ao "Enquadramento Conceptual" apresenta, ainda que de forma resumida, conhecimento científico relacionado com conceitos-chave que os professores devem dominar. Faz ainda referência a concepções alternativas das crianças acerca do tema, as quais há que ter em consideração no desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem (conforme se explicita mais adiante na secção 3).

Os temas a desenvolver são apresentados um por um, em volume próprio, os quais constituem uma colecção a ser continuada no futuro próximo.

- Explorando Objectos... Flutuação em Líquidos (Volume 1);
- Explorando Materiais... Dissolução em Líquidos (Volume 2);
- Explorando Plantas... Sementes, germinação e crescimento (Volume 3);
- Explorando a Luz... Sombras e imagens (Volume 4);
- Explorando Materiais e Objectos... Fenómenos eléctricos (Volume 5)
- Explorando Transformações... Mudanças de estado (Volume 6)

A escolha dos temas mencionados baseou-se num conjunto de critérios, de que se salientam:

- a sua inclusão no Currículo Nacional do Ensino Básico (ME-DEB, 2001) e no Programa do 1ºCEB (DGEBS, 1990; 2004);
- a possibilidade de poderem ser trabalhados com diferentes graus de profundidade, consoante o ano de escolaridade e o nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos;
- a sua frequente observação em contextos familiares não académicos; e
- a riqueza que intrinsecamente encerram, por permitirem o desenvolvimento da criatividade e a satisfação da curiosidade que suscitam nas crianças.

Embora, ao nível do 1º CEB, a relevância de alguns conceitos, como, por exemplo, os de dissolução e flutuação seja, acentuadamente, de carácter utilitário, não podem os professores deixar de reconhecer a importância do seu valor intrínseco, pois esta perspectiva é parte integrante do carácter cultural da Ciência e, como tal, da própria Educação em Ciências para todos.



Quadros de Referência e Metodologias a privilegiar na Educação em Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico

Esta secção estrutura-se segundo três eixos articulados entre si e convergentes relativamente aos objectivos de formação – a construção de um saber profissional para o desenvolvimento de práticas de qualidade no ensino das Ciências de base experimental no 1º Ciclo do Ensino Básico. Esses eixos são: (a) sócio-construivismo e aprendizagem das Ciências; (b) trabalho científico nos primeiros anos de escolaridade; e (c) avaliação das aprendizagens dos alunos. Através da sua exploração não se pretende que o Programa de Formação assuma um carácter prescritivo, mas sim que os professores tenham oportunidade de conhecer e compreender quadros de referência, abordagens e estratégias que se espera que adoptem, desenvolvam e usem criativamente com as crianças nas suas salas de aula.

O desenvolvimento a dar a cada uma daquelas temáticas dependerá, em parte, da identificação do nível de conhecimentos evidenciados pelos professores e deverá seguir uma orientação de desenvolvimento profissional. Neste enquadramento, explicitam-se, em seguida, grandes ideias subjacentes à inclusão destas temáticas no Programa de Formação e que devem nortear a orientação do trabalho a desenvolver com os professores.

Nas funções que atribuímos à Educação em Ciências no 1º CEB cabe a de promover aprendizagens úteis e com sentido para os alunos, por oposição a uma mera apropriação de saberes, ainda defendida por alguns. Estes são os que admitem que a Ciência é difícil de ensinar e de aprender, que alguns conceitos mais complexos só podem ser abordados em níveis de escolaridade mais avançados, que há uma lógica inalterável de hierarquia de conceitos, e que os saberes científicos se resumem à definição e compreensão de conceitos,

mesmo que descontextualizados, já que os consideram de valor e aplicação universais.

Ainda hoje se verifica que, em muitos casos, o ensino das Ciências se organiza à margem de situações próximas da vida real, sem que os alunos percebam o valor dessas aprendizagens ao nível da sua aplicação.

Certo é que, nos últimos anos, a investigação em Educação em Ciências tem mostrado a necessidade de rever os fundamentos epistemológicos do seu ensino, em particular ao nível dos primeiros anos, de modo a que as práticas de sala de aula favoreçam uma articulação mais adequada entre teoria, observação e experimentação.

Isto significa, em primeiro lugar, reconhecer que os alunos possuem ideias ou "teorias informais" sobre muitos dos domínios que as aprendizagens formais englobam e que afectam a interpretação de fenómenos do quotidiano. Tais ideias, a que os professores devem estar atentos, podem constituir-se ou vir a gerar concepções alternativas, que, pela sua divergência ou afastamento dos conceitos cientificamente aceites, funcionam como obstáculos epistemológicos à construção do novo conhecimento.

Em segundo lugar, é hoje reconhecido que as camadas jovens se afastam da Ciência escolar, considerando-a um corpo fechado e dogmático de conhecimentos. Combater esta posição implica assumir, desde cedo, um ensino contextualizado, onde a valorização do quotidiano e de temas de relevância pessoal e social constituam aspectos centrais. Além disso, o ensino deve ser flexível, para se adaptar quando as mudanças ocorrem (Pedretti e Hodson, 1995).

Em terceiro lugar, reconhece-se actualmente que, desde muito cedo, as crianças devem ser envolvidas em actividades práticas, laboratoriais e experimentais de âmbito e finalidade distintas. Com efeito, as crianças são capazes de evoluir de um conhecimento manipulativo e meramente sensorial para o estabelecimento de relações de tipo causal e até para uma interpretação de tais relações, com base em modelos explicativos (Sá *et al.*, 1996).

3.1 Sócio-construtivismo e aprendizagem das Ciências

Neste domínio, pretende-se que os professores se familiarizem com a temática da aprendizagem das Ciências no quadro referencial do construtivismo. Neste enquadramento, os professores devem ter oportunidade de (re)conhecer a importância das concepções alternativas dos alunos sobre conceitos centrais em Ciências e as implicações para a aprendizagem sobre outros temas, bem como características das concepções alternativas e possíveis origens ligadas ao foro pessoal e social do aluno. Para tal, nas sessões de formação poderão ser usados, para discussão, documentos mencionados na bibliografia (essencial e de aprofundamento), como é o caso do livro de Cachapuz, Praia e Jorge (2002).

Reconhecendo a importância e implicações das concepções dos alunos para a aprendizagem, há estratégias de identificação dessas concepções que os professores precisam de conhecer. Para que os professores possam desenvolver conhecimento sobre formas de explorar as ideias prévias e/ou intuitivas das crianças sobre conceitos científicos, envolvendo-se activamente na sua identificação e concebendo actividades que permitam às crianças avaliar a sua adequabilidade, os recursos didácticos concebidos por Naylor e Keogh (2000), no âmbito do Projecto *ConCISE* (disponíveis em <http://www.conceptcartoons.com>), podem ser usados nas sessões de formação teórico-práticas.

A este propósito, refira-se que, do conjunto de conhecimentos sobre a aprendizagem que a Psicologia tem vindo a desenvolver, aquele que parece ter maior utilidade potencial para a prática docente é o *Construtivismo*, no qual se releva a importância da implicação mental do indivíduo como agente das suas aprendizagens, pelo que a aprendizagem escolar será vista como um processo de (re)construção desse conhecimento e o ensino como a acção facilitadora desse processo.

No âmago do Construtivismo reside a ideia de que o que o aluno já sabe é um factor crítico que afecta a aprendizagem futura. Apesar do amplo consenso em torno desta ideia-chave de que os conhecimentos que as crianças trazem para a aprendizagem escolar interagem com os conceitos científicos ensinados na escola, há divergências que se

reflectem na diversidade de termos usados para designar tais conhecimentos. Entre tais designações, incluem-se as a seguir mencionadas, com base em Santos (1991):

- *Designações que sugerem a origem do que o aluno já sabe, dos conhecimentos que construiu sobre o mundo:* conhecimento privado; conhecimento do aluno, conhecimento de senso comum, ideias não tutoradas, ideias intuitivas, raciocínio espontâneo, representações espontâneas, representações ou modelos interpretativos do aluno, representações pessoais, representações sociais.
- *Designações que enfatizam a anterioridade de tais conhecimentos, em termos de tempo e precisão, relativamente aos conceitos científicos ensinados na escola:* conhecimento prévio, ideias prévias, concepções prévias, pré-concepções, concepções pré-existentes, representações iniciais.
- *Designações que sugerem diferenças qualitativas entre os conhecimentos que as crianças trazem para a aprendizagem escolar e os conceitos científicos:* concepções alternativas, ideias alternativas, estruturas alternativas, concepções ingénuas.

Assumindo a orientação construtivista para o ensino e a aprendizagem das Ciências, o processo educativo, por oposição à memorização simples e rotineira de conceitos e/ou procedimentos, deverá centrar-se no sujeito que aprende, o aluno, e guiar-se pelos princípios que a seguir se destacam: (a) a aprendizagem de conceitos faz-se em idades precoces; desde cedo as crianças começam a desenvolver progressivamente as suas próprias concepções acerca do mundo, a estar atentas a determinadas regularidades e a identificá-las através de uma designação; (b) concepções ingénuas de determinadas regularidades são comuns a muitas pessoas e encontram-se, por vezes, muito enraizadas na forma de pensar e de agir dos indivíduos, afectando claramente as aprendizagens; e (c) o conhecimento do aluno influencia aquilo que ele procura conhecer ou aquilo que outros procuram que ele conheça.

Aceitando-se estas implicações para a aprendizagem, de um ponto de vista construtivista, então haverá também que ter em conta procedimentos próprios por parte de quem ensina¹, os quais podem ser explicitados do seguinte modo:

- Procurar identificar e utilizar as ideias dos alunos acerca dos temas constantes no Currículo e nos programas;
- Aceitar e incentivar a expressão de ideias e de dúvidas por parte dos alunos;
- Incentivar a colaboração entre os alunos;
- Encorajar a partilha de ideias e a discussão, bem como a realização de trabalho em grupo;
- Encorajar a utilização de fontes diversificadas de informação;
- Orientar os alunos na pesquisa de informação de forma eficaz;
- Incentivar os alunos a testar as suas ideias;
- Orientar os alunos na realização de processos elementares de investigação/pesquisa;
- Encorajar a auto-análise, a reflexão e a procura dos outros para a resolução dos seus próprios problemas;
- Encarar as ideias que se têm como hipóteses de trabalho que é preciso testar, procurando hipóteses alternativas.

São vários os modelos construtivistas de ensino das Ciências, mas em todos eles se acentua, como característica essencial, o papel das concepções pré-existentes para a compreensão da informação

¹ Uma teoria construtivista da aprendizagem não implica necessariamente uma perspectiva construtivista de ensino já que a aprendizagem é algo "interno" ao indivíduo, o que não pode identificar-se com o tipo de ensino (Hodson, 1998).



apresentada pelos professores, por oposição à concepção tradicional de que o paradigma científico possui a capacidade de eliminar o paradigma pessoal do aluno. Segundo uma perspectiva construtivista actual, admite-se o paradigma da co-existência dos dois paradigmas, o científico e o pessoal do aluno. É nesta linha que também se advoga que a mudança conceptual não significa a extinção de concepções prévias, mas antes a identificação da não conveniência do uso de determinadas ideias para explicar as situações presentes. Ensinar com esta preocupação é complexo, pois implica ensinar a pensar, a conhecer os seus modos de pensar, a conviver com dúvidas, a procurar a viabilidade dos seus modelos interpretativos, o que remete para a necessidade de começar desde muito cedo e em diversos contextos. Ou, se quisermos centrar-nos no aluno, aprender Ciência não é apenas uma mudança conceptual, porventura até nada simples, mas é também uma mudança processual e axiológica, ou ainda, um processo de pesquisa orientado, que permita ao aluno envolver-se, activa e emocionalmente, na (re)construção do seu conhecimento científico, favorecendo, deste modo, a aprendizagem significativa de forma mais eficiente (Gil-Pérez *et al.*, 2002).

O conhecimento dos professores sobre o conhecimento dos alunos e o papel que atribuem a este na aprendizagem revela-se extremamente importante para a definição de estratégias didácticas e relaciona-se, também, com as concepções que os professores têm sobre a natureza do conhecimento científico. Professores com concepções empiristas sobre a natureza da Ciência tendem a desprezar o conhecimento prévio dos alunos ou a considerá-lo como um erro que deve ser eliminado.

3.1.1 Concepções alternativas e aprendizagem das Ciências

A investigação sobre formação de conceitos ao longo das últimas três décadas e meia assume especial relevância para compreender o modo como os indivíduos interpretam as situações que os rodeiam ou que lhes são colocadas. Tomando como referência o ponto de vista de Cachapuz (1995, p. 361), designam-se por Concepções Alternativas (CA's) as "*ideias que aparecem como alternativas a versões científicas*

de momento aceites, não podendo ser encaradas como distrações, lapsos de memória ou erros de cálculo, mas sim como potenciais modelos explicativos resultantes de um esforço consciente de teorização”.

O conhecimento acerca das concepções alternativas pode ser, recorrendo à sistematização feita por Furió, Solbes e Carrascosa (2006), resumido do seguinte modo:

- Os alunos, quando chegam à escola, são detentores de várias CA's, muitas das quais apresentam uma lógica interna apreciável;
- As CA's são persistentes e não são ultrapassadas com estratégias de ensino tradicionais;
- As CA's apresentam um certo isomorfismo com concepções de cientistas vigentes em épocas anteriores;
- As CA's dos alunos interagem com aquilo que se ensina na escola.

As CA's podem ter origens muito diversas, destacando-se, de acordo com Carrascosa (2005) e Pozo e Gómez Crespo (1998), a origem sensorial, a origem cultural e a origem escolar.

A origem *sensorial* justifica as *concepções do tipo espontâneo* que se formam para dar sentido às actividades quotidianas, baseadas no uso de regras de inferência aplicadas a dados recolhidos através de processos sensoriais e de percepção do tipo causal, frequentemente, por:

- semelhança entre causa e efeito ou entre a realidade observada e o modelo explicativo;
- contiguidade espacial, por exemplo, o contacto entre causa e efeito;
- contiguidade temporal entre causa e efeito, levando a uma sequência temporal;

- covariação qualitativa entre causa e efeito, atribuindo a um dado efeito as mesmas causas;
- covariação quantitativa entre causa e efeito, de modo que qualquer variação na causa provoca uma variação do mesmo sentido no efeito e vice-versa.

A origem *cultural* justifica as representações *sociais*, para as quais contribuem a interacção directa, do tipo sensorial, mas também o ambiente sócio-cultural próximo do aluno. As crenças socialmente induzidas sobre muitos factos e fenómenos acabam por ter maior influência no pensamento dos alunos do que o ensino formal. É o caso da difusão de informação (e de concepções não adequadas!) pela comunicação social, publicidade, ou, simplesmente, pela linguagem comum do quotidiano.

A origem *escolar* determina muitas das concepções não adequadas dos alunos. É o caso de abordagens simplificadas ou deformadas de certos conceitos, as quais conduzem a uma compreensão errada ou desviada dos alunos. Os manuais escolares são também veículos de muitas concepções alternativas. A não clarificação da diferença epistemológica entre conhecimento científico e conhecimento do senso comum (sensorial e social) faz com que os alunos transfiram atributos do domínio sensorial para o domínio conceptual. É, provavelmente, esta a razão para a atribuição tão comum das propriedades macroscópicas da matéria às "entidades" integrantes do modelo explicativo correspondente.

As concepções alternativas não são, pois, algo de accidental ou conjuntural na mente do aluno. Têm uma natureza estrutural, sistemática, através da qual o aluno procura interpretar o mundo, dando sentido às relações entre os objectos e às relações sociais e culturais que se estabelecem com esses objectos. Aprender Ciências requer a superação das representações que o senso comum e a cultura quotidiana oferecem e que, na maioria dos casos, são extremamente superficiais, isto é, aquilo que se designa por "Ciência intuitiva" dos alunos.

3.1.2 Identificação de concepções alternativas em crianças (*O ConCISE Project*)

A identificação das concepções alternativas das crianças é um passo crucial no desenvolvimento de actividades que lhes permitam reestruturá-las de acordo com visões cientificamente aceites para aquele nível etário.

O trabalho conduzido por Naylor e Keogh (2000) no âmbito do Projecto *ConCISE* (*Concept Cartoons In Science Education*), desenvolvido com crianças pequenas, sugere importantes modos de identificar as ideias alternativas de crianças sobre situações familiares.

O projecto consistiu na concepção de cartazes (desenhos do tipo “cartoon”) relativos a situações passíveis de interpretação científica e nos quais se explicitam diversos pontos de vista. Os desenhos escolhidos são simples, suscitam discussão, estimulam a curiosidade e o pensamento científico. Em termos gerais, incluem uma representação visual da situação/fenómeno científico, utilizam um texto mínimo na forma de diálogo, usam situações familiares, oferecem pontos de vista alternativos sobre a situação em análise, baseiam-se em trabalhos de investigação sobre concepções alternativas, apresentam alternativas com estatuto equivalente e incluem nas alternativas a perspectiva aceite cientificamente.

Os cartazes têm vindo a ser usados por professores e investigadores para promover aprendizagens, orientar actividades de ensino e avaliar os alunos.

Os temas já desenvolvidos são: A vida em animais e plantas; Seres vivos e ambiente; A natureza dos materiais; Modificações em materiais; Electricidade e magnetismo; Forças e movimento; Luz; Som; A Terra e para além dela; Fontes e transferências de energia.

Os cartazes podem ser utilizados de diferentes formas, nomeadamente:

- No início da abordagem de um tema, como estímulo para discussão e levantamento de questões sobre “o que precisamos de saber”;

- No final de um tópico, pondo a ênfase na revisão ou consolidação de aprendizagens;
- Se usados durante ou no final de uma actividade, podem constituir uma oportunidade para os alunos mobilizarem saberes em situações reais.

Quanto às razões para o uso dos cartazes, elas podem ser:

- tornar os alunos conscientes das próprias ideias;
- incentivar e desenvolver as ideias dos alunos;
- ilustrar pontos de vista alternativos;
- promover e estimular a discussão;
- ajudar os alunos a formular questões;
- utilizar ideias científicas em situações do quotidiano;
- promover o desenvolvimento da linguagem e da literacia;
- consolidar ou ampliar actividades;
- sistematizar aprendizagens;
- organizar actividades de extensão educativa (trabalho de casa, clubes de Ciência, ...);
- promover o acesso do público à Ciência (por exemplo, dias abertos).

Além disso, os “cartoons” podem ser explorados pelo professor como forma de representar as ideias evidenciadas pelos alunos da turma na fase exploratória do tema e podem ser usados por cada um dos grupos como forma de ilustrar e registar as diversas ideias que emergiram

dentro do grupo na fase de organização das tarefas (hipóteses, previsões,...).

3.1.3 Concepções alternativas e estratégias de ensino

Na selecção de estratégias de ensino há que equacionar as ideias prévias identificadas nos alunos, por diversos processos, abolindo a visão tradicional de as encarar como “erros” e dando-lhes, por consequência, um estatuto muito mais positivo na formulação da estratégia didáctica (Astolfi, 1999). No entanto, não basta reconhecer que os alunos possuem ideias prévias, porventura bastante diferentes das concepções que se preconizam, nem tão pouco basta ouvi-los dizer o que pensam para que didacticamente seja fácil conseguir estratégias de superação.

Em primeiro lugar, é necessário que o professor compreenda o significado profundo das representações dos alunos e passe, depois, à fase de decisão sobre o tratamento a dar-lhes. Tais decisões podem envolver resposta a questões como: “Deixá-las de lado, sem as ignorar?”; “Evitá-las ou rodeá-las?”; “Refutá-las ponto por ponto?”. Não havendo receitas de como proceder, muitos autores defendem que “tê-las em conta pontualmente pode ser útil” (Astolfi, 1999, p. 63).

Sendo vasta a literatura da especialidade sobre concepções alternativas dos alunos, com propostas muito variadas, parece-nos ser importante destacar estratégias didácticas dirigidas a alunos mais jovens. Assim, para ajudar os alunos a pensar e a registar “o que pensamos sobre...” podem ser usadas estratégias como:

- Solicitar esquemas ou desenhos com legendas pormenorizadas, ou, no caso de crianças pequenas, escrever o que elas dizem sobre o seu próprio desenho;
- Pedir que expliquem um esquema retirado de um livro;
- Pedir a interpretação de factos pontuais com que se confrontem no dia-a-dia, se possível por escrito;
- Promover a discussão de ideias apresentadas por outros alunos;

- Colocar os alunos em situações onde têm de raciocinar de forma negativa (por exemplo: "O que aconteceria se o sol não existisse?");
- Escolher a analogia mais adequada a uma situação (por exemplo: "Achas que um pulmão é mais parecido com uma esponja, um saco de plástico ou um balão insuflável?");
- Provocar uma contradição aparente e deixar que os alunos a discutam (por exemplo: "Diz-se que o ar que expelimos na respiração "é viciado". Então por que é que se faz a respiração boca a boca? Se a água do mar se evapora para formar nuvens, por que é que a chuva não é salgada?");
- Promover a análise e discussão de recortes de jornais, revistas e livros (incluindo de banda desenhada) que contenham erros conceptuais (Carrascosa, 2006).

Uma outra estratégia de ensino coerente com a orientação construtivista e promotora de competências de investigação é a baseada no tratamento de situações problemáticas relevantes e de interesse para os alunos, onde estes tenham oportunidade de, nomeadamente, fazer um estudo qualitativo de situações problemáticas apresentadas, formular hipóteses e delinear estratégias de resolução (incluindo planificações experimentais) para testar / contrastar as hipóteses à luz do corpo de conhecimentos que se possui (Carrascosa, 2005).

3.2 Trabalho Científico nos primeiros anos de escolaridade

Neste domínio, pretende-se fundamentar a pertinência do trabalho prático no 1º Ciclo do Ensino Básico. Através da abordagem que se propõe, espera-se que seja desmistificada a ideia da importância do "fazer pelo fazer", de que a actividade física gera compreensão, do valor intrínseco de qualquer experiência, de que uma experimentação começa com a observação e dura apenas enquanto algo está a acontecer.

Assim, os professores devem ter oportunidade de conhecer e discutir razões que subjazem à pertinência do trabalho prático no 1º Ciclo do Ensino Básico, numa lógica de trabalho científico. Os professores precisam também de conhecer e apropriar-se de diferentes tipos de actividades práticas possíveis de desenvolver, tendo consciência das suas finalidades, limitações e âmbito de aplicação. De entre os diferentes tipos, deve ser dado especial destaque ao trabalho prático investigativo, nomeadamente à sua conceptualização, desenvolvimento e avaliação, discutindo questões como as que se prendem com os limites de validade das conclusões e com a importância dos ensaios de controlo positivo e negativo de uma experimentação. Nesse sentido, nas sessões de formação poderão ser usados, para discussão, documentos mencionados na bibliografia (essencial e de aprofundamento), como é o caso do artigo de Caamaño integrado no livro de Jiménez Aleixandre (2003).

Com a finalidade de proporcionar condições para reflexão e aprofundamento da tipologia de actividades práticas propostas aos alunos do 1º CEB, face aos objectivos que se pretendem alcançar, os professores devem analisar actividades práticas que desenvolvem e constatar como, em casos particulares de tópicos programáticos, é possível orientar o trabalho dos alunos segundo diferente grau de abertura, e passar de uma actividade meramente ilustrativa ou de exercício prático, para uma actividade de cariz investigativo.

Explicita-se, de seguida, a visão subjacente à inclusão desta temática no Programa de Formação, a qual deve nortear a abordagem da mesma nas sessões de formação e que está vertida nos Guiões Didácticos desenvolvidos para o Programa de Formação. Estes devem ser amplamente trabalhados nas sessões de formação, para que os professores se possam apropriar do referencial sócio-cultural e metodológico em que assentam e desenvolver versatilidade e confiança, tendo em vista a sua transposição, de forma eficaz, para a sala de aula.

3.2.1 Actividades práticas, laboratoriais e experimentais

Conceptualizações

Tem sido extensa a confusão entre professores e até entre investigadores sobre o significado a atribuir aos termos prático, laboratorial e experimental, o que no contexto do ensino das Ciências importa clarificar.

Seguindo a perspectiva apresentada por Leite (2001), baseada em trabalhos anteriores de Hodson (1988, citado em Leite, 2001), os três termos referem-se a actividades cujas características podem ou não confluir simultaneamente na mesma.

A designação *trabalho prático* (ou *actividade prática*) (TP) aplica-se a todas as situações em que o aluno está activamente envolvido na realização de uma tarefa, que pode ser ou não de tipo laboratorial. Por exemplo, fazer uma pesquisa bibliográfica sobre um dado assunto, consultando ficheiros numa biblioteca, livros ou enciclopédias, ou via Internet é um trabalho prático, mas já o não é assistir à exposição de um tema ou filme ou à realização de uma demonstração pelo professor, ainda que de cariz laboratorial.

Por *trabalho laboratorial* (TL) entende-se um conjunto de actividades que decorrem no laboratório, com equipamentos próprios ou com estes mesmos equipamentos em outro local, se isso não acarretar risco para a saúde e/ou segurança. O trabalho laboratorial só será trabalho prático para o aluno se este for o executante da actividade. O valor educativo das actividades prático-laboratoriais dependerá do grau de abertura das mesmas (de valor mínimo, se a actividade for guiada ou de valor máximo, no caso de investigações abertas sobre uma questão-problema colocada pelo aluno ou, pelo menos, do seu próprio interesse).

Quanto ao *trabalho experimental* (TE), o termo aplica-se às actividades práticas onde há manipulação de variáveis: variação provocada nos valores da variável independente em estudo, medição dos valores alcançados pela variável dependente com ela relacionada, e controlo dos valores das outras variáveis independentes que não estão em situação de estudo.

A figura seguinte ilustra a relação que existe entre os três tipos de actividades:

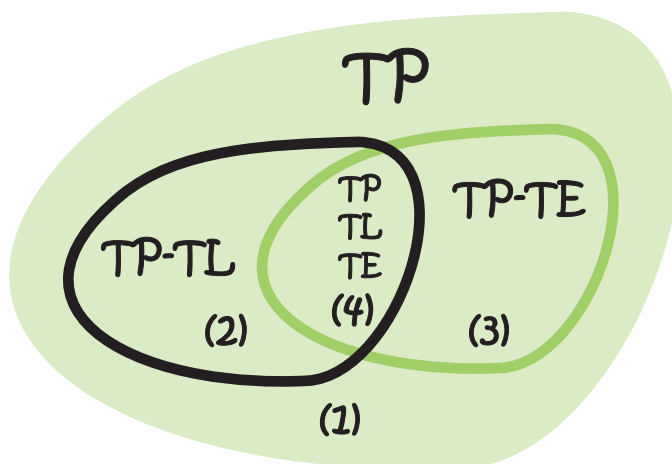


Figura 1 - Relação entre trabalho prático, laboratorial e experimental

Na zona (1) situa-se o trabalho prático que *não é* do tipo laboratorial, nem do tipo experimental. Por exemplo, a recolha pelo aluno de folhas de diferente formato, de árvores e arbustos de um parque para posterior classificação.

Na zona (2) situa-se o trabalho prático-laboratorial que *não é* do tipo experimental. Por exemplo, a aprendizagem de técnicas laboratoriais (como fazer uma filtração, uma preparação para observação ao microscópio, ou uma pesagem).

Na zona (3) situa-se o trabalho prático-experimental que *não é* do tipo laboratorial, e que portanto, não utiliza dispositivos ou equipamentos de laboratório. É o caso, por exemplo, de experiências sobre factores que afectam o crescimento de plantas em ambientes naturais (tipo de solo, luminosidade, água de rega). Embora tal situação se aproxime mais daquilo que é a realidade, o controlo de variáveis (típico do trabalho experimental) não ocorre com tanta precisão como no laboratório.

Na zona (4) situa-se o trabalho prático-laboratorial-experimental, onde se inserem as *investigações* de grau de abertura variável, através das quais o aluno deverá encontrar resposta a uma questão de



partida. Tal questão, ao nível do 1º CEB, visa, predominantemente, a identificação de uma relação entre duas variáveis, o que não é o mesmo que a explicação de tal relação. Por exemplo, cabe nesta categoria TP-TL-TE a identificação dos factores que fazem variar o tempo de uma dissolução, podendo ou não fazer variar a solubilidade do soluto no solvente em questão. No entanto, não é pelo facto do aluno poder verificar quais as condições que favorecem a dissolução (por exemplo, ocorrer em menos tempo ou obter-se maior concentração da solução final) que saberá interpretar as razões pelas quais tal dissolução ocorre.

Finalidades e limitações

As tarefas de carácter prático sempre foram consideradas importantes para as crianças, sobretudo para as mais novas, como forma de potenciar o seu envolvimento físico com o mundo exterior, aspecto crucial para o desenvolvimento do próprio pensamento, conforme comprovado por Piaget. No entanto, não é a simples manipulação de objectos e instrumentos que gera conhecimento. É necessário questionar, reflectir, interagir com outras crianças e com o professor, responder a perguntas, planear maneiras de testar ideias prévias, confrontar opiniões, para que uma actividade prática possa criar na criança o desafio intelectual que a mantenha interessada em querer compreender fenómenos, relacionar situações, desenvolver interpretações, elaborar previsões.

Apesar das críticas que muitos investigadores têm desenvolvido sobre o trabalho prático, resultantes da avaliação dos resultados alcançados pelos alunos após os enormes investimentos em tempo e recursos materiais e humanos conduzidos na Europa e nos EUA, nas décadas de 60 e 70 do século passado, continua a ser defendido por muitos outros a importância de actividades práticas a desenvolver pelos alunos, desde que devidamente organizadas e acompanhadas pelo professor, por oposição à perspectiva "hands-on" de experiências avulsas (Praia, 1999).

Sendo o trabalho prático adequadamente conduzido, os argumentos a favor da sua utilização podem classificar-se em três domínios: cognitivo, afectivo e processual (Wellington, 1998).

Na tabela 1 listam-se os objectivos/argumentos a favor do trabalho prático, frequentemente utilizados pelos professores e referidos por investigadores (por exemplo, Miguéns, 1999).

DOMÍNIO	OBJECTIVOS DO TP
Cognitivo	Ilustrar a relação entre variáveis, importante na interpretação do fenómeno. Ajudar a compreensão de conceitos. Realizar experiências para testar hipóteses. Promover o raciocínio lógico.
Afectivo	Motivar os alunos. Estabelecer relações/comunicação com outros. Desenvolver atitudes críticas no trabalho de equipa.
Processual	Proporcionar o contacto directo com os fenómenos. Manipular instrumentos de medida. Conhecer técnicas laboratoriais e de campo. Contactar com metodologia científica. Fomentar a observação e descrição. Resolver problemas práticos.

Tabela 1 - Objectivos do Trabalho Prático

Tipos de actividades práticas

A orientação a dar às actividades práticas depende dos objectivos que se pretendem alcançar através da sua realização. Aquilo que distingue as actividades práticas não é, pois, o fenómeno (actividades diferentes podem centrar-se sobre o mesmo fenómeno), mas o procedimento seguido, o que estará relacionado com a finalidade das mesmas. Actividades mais abertas, mais complexas ou mais demoradas são mais indicadas para alunos mais velhos, com competências de leitura e de escrita mais desenvolvidas.

Tendo em conta o grau de elaboração crescente das tarefas a realizar,

podem considerar-se quatro tipos de actividades práticas (Caamaño, 2002, 2003):

- 1) *Experiências sensoriais*, baseadas na visão, no olfacto, no tacto, na audição.
- 2) *Experiências de verificação/ilustração*, destinadas a ilustrar um princípio ou uma relação entre variáveis.
- 3) *Exercícios práticos* orientados para: (a) a aprendizagem de competências específicas, que podem ser de natureza laboratorial, cognitiva (interpretação, classificação, elaboração de hipóteses) e/ou comunicacional (planificação de uma experiência, apresentação dos resultados, elaboração de um relatório escrito); (b) a ilustração e verificação experimental de uma dada teoria.

Assim, na categoria de exercícios práticos cabem as actividades que se destinam a aprender métodos e técnicas ou a ilustrar teorias. Conhece-se, portanto, à partida o resultado que deverá ser obtido.

- 4) *Investigações ou actividades investigativas* são aquelas que visam encontrar resposta para uma questão-problema e, por isso, conduzidas na perspectiva de trabalho científico. Visam proporcionar ao aluno o desenvolvimento da compreensão de procedimentos próprios do questionamento e, através da sua aplicação, resolver problemas de índole mais teórica ou mais prática, neste caso normalmente emergentes de contextos reais que lhe são familiares.

No caso do 1º CEB, podem tomar-se como exemplos de cada um dos tipos de actividades práticas indicados as seguintes situações:

EXPERIÊNCIAS SENSORIAIS	<ul style="list-style-type: none"> ● Observar (cor e forma) folhas, rochas, animais e plantas para identificar semelhanças e diferenças ou fazer uma descrição de um dado exemplar. ● Observar imagens de objectos em espelhos e lentes e compará-las com os objectos de origem. ● Tactear amostras de materiais para perceber diferenças. ● Cheirar substâncias e materiais (com precaução!) com vista à sua identificação. ● Ouvir sons produzidos em condições iguais ou distintas por aparelhos/objectos diversos.
EXPERIÊNCIAS de VERIFICAÇÃO/ ILUSTRAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> ● Verificar o aumento da temperatura da água, durante o aquecimento (antes da ebulição). ● Verificar a decomposição da luz branca com um prisma óptico. ● Verificar o efeito de um íman sobre alguns materiais (atração ou não atração magnética). ● Verificar tipos de materiais que são bons condutores da corrente eléctrica. ● Verificar o aumento de volume durante a solidificação da água.
Competências laborais	<ul style="list-style-type: none"> ● Preparar uma amostra para observação ao microscópio. ● Fazer uma filtração. ● Medir uma força (usar dinamómetro). ● Medir uma massa (usar balança).
Competências cognitivas	<ul style="list-style-type: none"> ● Classificar objectos/exemplares formando grupos de acordo com critérios específicos. ● Formular uma questão. ● Fazer uma previsão de resultados.
Competências comunicativas	<ul style="list-style-type: none"> ● Relatar uma observação. ● Elaborar um relatório. ● Descrever dificuldades sentidas na execução de uma actividade.
Ilustração de uma teoria	<ul style="list-style-type: none"> ● Verificar que a solubilidade de um soluto num dado solvente tem limite. ● Verificar que materiais diversos se dissolvem em água em diferente extensão. ● Verificar a conservação da massa durante a dissolução, e a não conservação do volume.
Teóricas	<ul style="list-style-type: none"> ● Como dissolver uma amostra de X, em água, mais depressa? ● Onde (em que parte) é que um íman exerce mais força? ● Qual o factor que influencia mais o crescimento de uma dada planta (X), a água ou a luz? ● Que factores afectam o tamanho da sombra de um objecto?
Práticas	<ul style="list-style-type: none"> ● Como conservar um cubo de gelo durante mais tempo? ● Qual o material têxtil mais adequado para secar uma bancada molhada com água? ● De duas bebidas gaseificadas qual é a que tem mais gás?

3.2.2 Trabalho prático investigativo

Por investigações ou actividades investigativas no ensino das Ciências entendem-se as tarefas (procedimentos e metodologias) que têm como intenção dar resposta a uma questão-problema colocada. Envolve sempre dois tipos de compreensão, conceptual e processual, os quais, articulados entre si, conferem ao sujeito competências de índole cognitiva para resolver os problemas apresentados. Esta perspectiva tem sido desenvolvida por muitos autores, desde o 1º CEB ao Ensino Secundário (por exemplo, Goldsworthy e Feasey, 1997; Caamaño, 2003; Miguéns, 1999).

Embora possam existir investigações com diferente grau de abertura (aspecto a desenvolver mais adiante), em todas as situações do tipo investigação, a resposta à questão-problema não é do conhecimento prévio do aluno, e pode haver mais do que uma maneira válida de a obter.

Assim, importa clarificar as quatro etapas que, de um modo geral, estão sempre em causa num trabalho prático do tipo investigativo (Martins, 2002), a saber:

- Como se definem as questões-problema a estudar;
- Como se concebe o planeamento dos procedimentos a adoptar;
- Como se analisam os dados recolhidos e se estabelecem as conclusões;
- Como se enunciam novas questões a explorar posteriormente, por via experimental ou não.

Ajudar os alunos a desenvolver, articuladamente, estas quatro etapas deverá ser o âmago do ensino das investigações no 1º CEB.

O modelo de trabalho a adoptar na resolução de um problema poderá ser conforme o apresentado na figura 2.

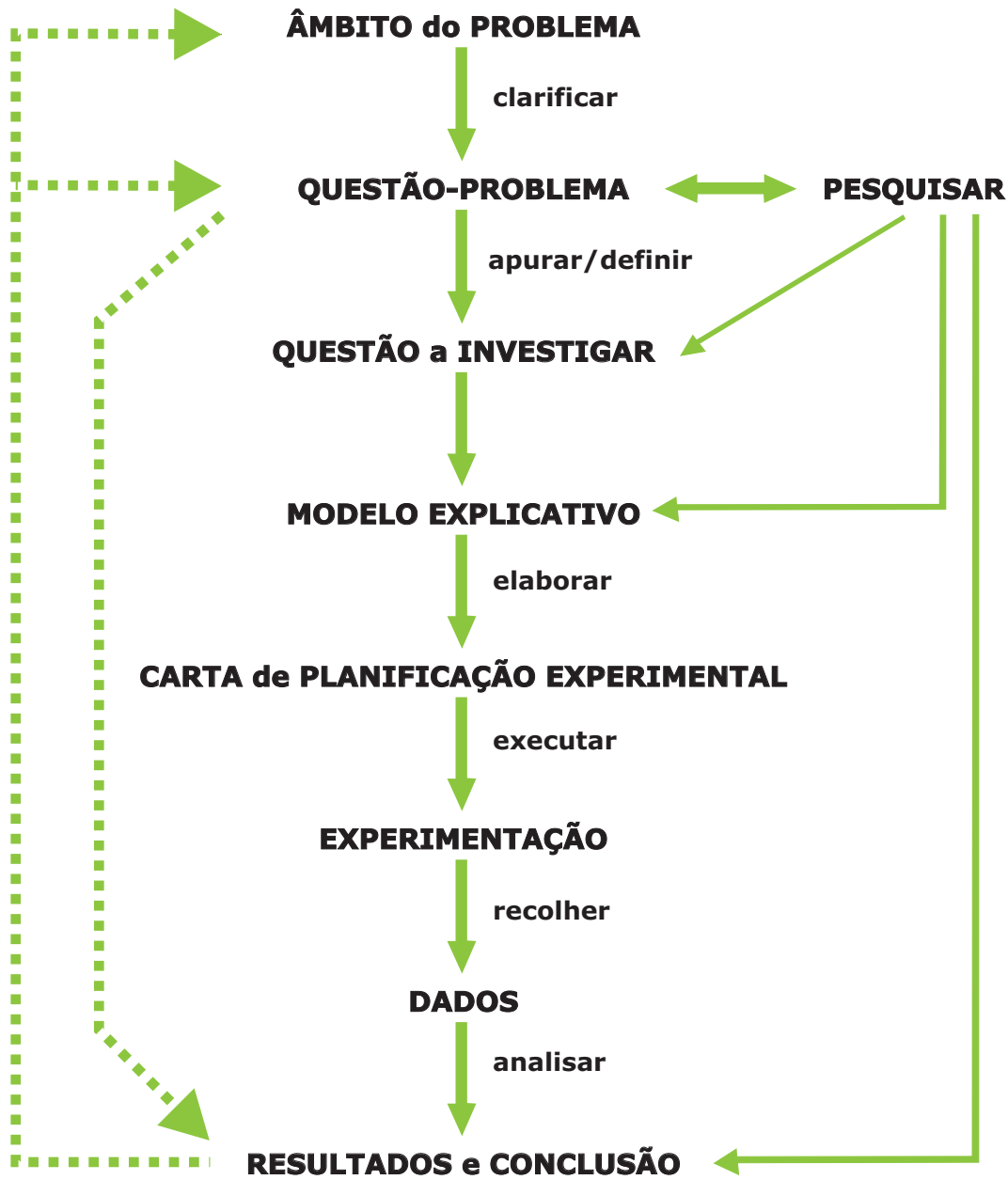


Figura 2 - Diagrama de resolução de problemas (adaptado de Finkelstein, 2002, p. 9)

O modelo de trabalho envolve os seguintes passos:

- *Seleção* de um domínio interessante para a definição de um problema para estudo, escolhido pelos alunos ou sugerido pelo professor a partir de situações geradas na sala de aula ou no exterior. Em qualquer dos casos, importa identificar as ideias prévias dos alunos sobre o domínio conceptual em questão.
- *Clarificação da questão-problema*: o que é que queremos saber? Nesta etapa importa precisar melhor a questão que se pretende investigar, dentro do domínio do problema. Poderá ser útil, neste caso, pesquisar em livros e revistas situações-problema já investigadas, para chegar à formulação de uma questão testável. Da pesquisa na literatura poderão emergir pistas para a elaboração de possíveis hipóteses explicativas.
- *Planificação dos procedimentos* a adoptar: como é que vamos fazer para encontrar uma resposta?
Esta questão é, porventura, o aspecto central de toda a estratégia. Com efeito, ela tem de estar correctamente articulada com a questão de partida e respectivas hipóteses, conceptual e metodologicamente, de modo a permitir colocar a seguinte questão: o que é que sabemos ou pensamos sobre o assunto e, portanto, quais são as previsões que podemos adiantar?
- *Execução da experiência*: o que é que vamos fazer, que cuidados devemos ter?
Nesta etapa pretende-se que o aluno realize a experiência planificada e recolha os dados.
- *Registo de dados e obtenção de resultados*: como organizar os dados obtidos na experiência e o que é que eles querem dizer?
A intenção é colocar o aluno a registar os dados recolhidos, segundo o formato previamente organizado para esse fim, e a interpretá-los no seu conjunto. Deverá, então, compará-los com as previsões feitas e, à luz disso, avaliar a sua pertinência para uma resposta à questão de partida.

- *Conclusão*: qual é a resposta à questão-problema e quais são os limites da sua validade?

Através desta etapa pretende-se que o aluno, já na posse dos resultados, consiga estabelecer uma resposta à questão-problema, a qual será, portanto, a conclusão da experiência realizada. Além disso, tendo em conta os procedimentos seguidos, o aluno deverá reconhecer os limites de validade das conclusões alcançadas, como, por exemplo, os valores mínimo e máximo atribuídos à variável independente em estudo.

- *Elaboração de novas questões*: a partir das conclusões obtidas, que novas questões sou capaz de colocar?

- *Comunicação* dos resultados e da conclusão.

Esta fase diz respeito à apresentação, oral e/ou por escrito, na forma de relato ou de relatório, dos resultados obtidos e dos procedimentos seguidos, bem como das conclusões alcançadas.

Promover competências de investigação nos alunos: a Carta de planificação

O procedimento investigativo implica que os alunos compreendam o que é um *ensaio controlado*, nos aspectos conceptuais e procedimentais. O professor poderá ajudá-los a compreender do que se trata, servindo-se de um contexto familiar/conhecido dos alunos (Martins, 2002). Tomando como exemplo a dissolução de solutos comuns (açúcar e sal das cozinhas) em água, o professor poderá colocar a questão "De que depende o tempo de dissolução?". Com recurso a perguntas mais específicas, consoante o desenvolvimento das crianças, poderão identificar-se as variáveis passíveis de afectar o tempo de dissolução: são as *variáveis independentes*. No caso da dissolução, poder-se-ão indicar: a massa do soluto, o tipo de soluto, o estado de divisão do soluto, a temperatura do solvente, a agitação da mistura, o tipo de solvente. Como cada um destes factores pode ser manipulado livremente, assumindo os valores que se julgar mais convenientes, cada um deles representa uma variável independente. Cada um dos valores atribuídos à variável independente condiciona os valores possíveis da *variável dependente* (tempo de dissolução completa).

Fazer um *ensaio controlado* consiste em estudar o efeito da variação de uma dada variável independente no valor da variável dependente, mantendo as restantes variáveis independentes controladas, isto é, com valor constante.

A condução de uma investigação implica a organização da *carta de planificação*, instrumento crucial de todo o processo. De facto, é durante a sua elaboração (pelo aluno, com o apoio do professor) que se poderão verificar as concepções prévias das crianças, como interpretam a questão-problema, que respostas consideram plausíveis, como é possível saber se uma previsão se confirma ou não. Conhecer a metodologia científica de abordagem dum questão significa saber como organizar procedimentos para obter *uma* resposta, e *não* conhecer a resposta.

Sugere-se o modelo de Carta de Planificação proposto por Goldsworthy e Feasey (1997), já utilizado com êxito em situações anteriores (Martins e Veiga, 2001), o qual compreende a explicitação da decisão tomada, relativamente à questão-problema em estudo, sobre cada um dos seguintes aspectos envolvidos na experiência a executar posteriormente:

- O que vamos mudar (variável independente em estudo)
- O que vamos medir (variável dependente escolhida)
- O que vamos manter (variáveis independentes a manter controladas)
- O que pensamos que vai acontecer e porquê (elaboração de previsões e sua justificação)
- Como vamos registar os dados (construção de tabelas, quadros, gráficos, ...)
- Qual o equipamento de que precisamos (materiais, dispositivos, etc.)

Grau de abertura de uma investigação

O grau de abertura de uma investigação é um aspecto muito importante a ter em conta, consoante os objectivos de aprendizagem, o que também depende do desenvolvimento cognitivo dos alunos e do seu grau de autonomia.

O grau de abertura (fechado ou aberto) pode definir-se relativamente a quatro dimensões (Caamaño, 2003):

Definição do problema/questão-problema para estudo

Fechado	Estudo prescritivo, variáveis especificadas e operacionalizadas.
Aberto	Estudo exploratório, a área de investigação pode ser especificada mas as variáveis não o são.

Diversidade de métodos

Fechado	Um só método possível.
Aberto	Vários métodos possíveis.

Condução da experimentação

Fechado	O professor determina o que deve ser feito ou condiciona o tipo de equipamento a usar.
Aberto	Os alunos escolhem o que querem fazer.

Obtenção da solução

Fechado	Só existe uma solução
Aberto	São aceitáveis várias soluções.



A classificação das actividades investigativas quanto ao grau de abertura não pode ser feita apenas segundo a dicotomia fechado/aberto, já que podem considerar-se posições intermédias, conforme o desenvolvimento dos alunos. A modalidade do tipo “aberto” pode considerar-se como exigindo mais competências cognitivas e processuais, as quais, não existindo, condicionarão a opção por essa modalidade. No entanto, é possível também incitar os alunos a alcançarem competências de planificação, se o professor for formulando questões que os ajudem a estruturar formas de pensar.

Por exemplo, na planificação dos procedimentos e tomando o exemplo da dissolução, o professor pode sugerir o número de ensaios para cada variável em estudo (usar 3 ou 4 amostras de soluto de massas diferentes, usar 3 ou 4 valores distintos para a temperatura da água, usar 3 ritmos de agitação distintos, usar 3 estados de divisão das amostras do soluto) e pode, ainda, sugerir um dos valores a usar. A partir daí, o aluno terá mais facilidade em escolher os outros valores a ensaiar para a variável independente em estudo.

Quanto às variáveis a controlar, também pode não ser fácil para o aluno decidir que valores tomar (e manter), pelo que o professor poderá ir colocando questões orientadoras (por exemplo, no estudo da influência do estado de divisão do soluto, pode-se escolher a massa do soluto, o volume e temperatura do solvente, o ritmo de agitação da mistura do sistema, a natureza do solvente). Interessante será questionar os alunos sobre o que pensam que aconteceria se os valores escolhidos e fixados fossem outros.

Se, do ponto de vista processual teórico, tal questão parece irrelevante, do ponto de vista processual prático poderá ter implicações para os resultados a obter e conclusões a estabelecer. É o que poderá acontecer, se no estudo da influência da massa do soluto no tempo de dissolução, se usarem apenas amostras com massa excedendo a correspondente à solubilidade do soluto à temperatura de trabalho.

O apoio ao aluno na organização da planificação é, pois, de grande importância e exige que o professor avalie, em cada instante, as consequências das decisões por aquele tomadas. Note-se que também poderá ser de grande valor educativo a discussão à *posteriori* dos resultados obtidos, no que respeita às condições usadas para a sua obtenção.

Resultados, conclusões e limites de validade

Os resultados recolhidos numa dada experiência, compreendendo ensaios distintos, permitem, no seu conjunto, estabelecer o resultado da experiência que importa que os alunos compreendam. Tomando como exemplo o estudo da influência da temperatura na dissolução do açúcar em água, os *dados* são os valores do tempo necessário para a dissolução completa de amostras iguais de açúcar, em volumes iguais de água, em vasos igualmente agitados, a temperaturas (da água) diferentes.

Estes *dados* dependem, portanto, dos valores escolhidos, não só para as temperaturas ensaiadas (a variável independente em estudo), mas também da massa de soluto escolhida (quanto menor for, menor será o tempo) e da agitação usada (quanto maior for, menor será o tempo). O *resultado* tem a ver com a interpretação dos dados, retiradas as condições que os justificam individualmente, isto é, para a situação em estudo deverá ser "aumentando a temperatura, diminui o tempo necessário à dissolução completa".

A conclusão refere-se à resposta (possível) à questão-problema inicial. Se, no caso presente, a questão tivesse sido "*Qual a influência da temperatura na dissolução do açúcar em água?*", a investigação conduzida permitiria aos alunos concluir que "*a dissolução é mais rápida quando a temperatura aumenta, para valores compreendidos entre X (o menor) e Y (o mais elevado)*".

É importante também que os alunos compreendam os limites de validade da conclusão. Esta é balizada pelos valores da temperatura, máximo e mínimo usados. Nada se poderá extrapolar para além desses valores.

A conclusão alcançada fica condicionada, também, pela própria variável dependente escolhida para responder à questão de partida. Se para a pergunta "*Qual a influência da temperatura na dissolução de ... em água?*" se escolheu o tempo de dissolução completa, não será possível, na conclusão, exceder esse âmbito. Assim, ficará sem resposta a questão de o aumento da temperatura permitir, ou não, ser possível dissolver mais quantidade.

3.3 Avaliação das aprendizagens dos alunos

Neste domínio, pretende-se introduzir a questão, ainda que de forma pontual, da avaliação das aprendizagens dos alunos no âmbito do Trabalho Prático-Laboratorial-Experimental. Procura-se, em particular, proporcionar o enquadramento deste tipo de trabalho no contexto da avaliação formativa e sumativa.

A avaliação das aprendizagens dos alunos no âmbito do Trabalho Prático-Laboratorial-Experimental é um aspecto crucial, no contexto dos Guiões Didácticos que se propõem (sobre as temáticas explicitadas em 2.2 deste documento), para que as finalidades e objectivos sejam alcançados. Pese embora tal facto, é reconhecido, mesmo em países com maior tradição no ensino das Ciências nos primeiros anos (caso do Reino Unido), o atraso da avaliação em Ciências, quando comparada com domínios como a Matemática e a Língua Materna (Qualter, 2001).

A avaliação das aprendizagens que se pretendem promover nos alunos, através do Trabalho Prático, pode ocorrer durante o ensino (avaliação formativa) e após o ensino (avaliação sumativa). Harlen (2006b) considera a primeira - formativa - como a avaliação *para* a aprendizagem e a segunda - sumativa - como a avaliação *da* aprendizagem. Esta distinção coloca-se mais sobre os propósitos / objectivos que perseguem, ou seja da regulação dos processos de ensino, no primeiro caso e da classificação dos processos e produto de aprendizagem, no segundo (Harlen, 2006b; Sanmartí, 2002), do que nos instrumentos usados.

A avaliação formativa faz parte do processo de ensino-aprendizagem e é essencial para o professor equacionar, em cada momento, como prosseguir. Importa, por isso, que se tomem como objectos de avaliação os domínios considerados como classificação dos objectivos do trabalho prático (ver tabela 1). Será também importante que o professor defina metas compatíveis com o nível de desenvolvimento dos alunos, que torne claro, a cada um deles, o que pretende que sejam capazes de vir a fazer, e que peça para explicitarem as dificuldades que sentiram durante todo o processo.

A avaliação de actividades práticas é particularmente complexa, quando direccionada para fins sumativos, sobretudo se se pretende avaliar

competências práticas e processos científicos. A realização de testes práticos é complicada (que competências avaliar?) e dispendiosa em tempo e recursos, mas é reconhecido o carácter limitado da avaliação de competências práticas através de tarefas de papel e lápis. Assim, poderá ser mais proveitosa a avaliação baseada nas observações do professor sobre as crianças durante a realização das tarefas práticas. Acompanhar o que se passa no grupo, as trocas de informações entre os alunos, o modo como conduzem a actividade e o tipo de apoio que solicitam são aspectos a ter em consideração na avaliação.

Contudo, o que é observado pode não ser de fácil interpretação (Harlen, 2006c). Por conseguinte, esta e outras(os) investigadoras(es) defendem que a recolha de evidências sobre competências (conhecimentos, capacidades e atitudes) requer, muito provavelmente, uma combinação de: (a) observar as acções das crianças, (b) questionar e discutir e (c) analisar o trabalho escrito destinado a revelar o uso de processos e capacidades.

Para tal propõe-se a diversificação de técnicas de avaliação, como as sugeridas por Naylor, Keogh e Goldsworthy (2004). Destacam-se nestas os organizadores gráficos, como os mapas de conceitos, os *posters* e os diagramas, a escrita de cartas, agrupar e sequenciar afirmações e definições, formular e responder a questões e desafios. Algumas destas técnicas são usadas nos vários Guiões Didácticos desenvolvidos para o Programa de Formação.

Já no que respeita à técnica de observação dos alunos esta poderá ser casuística ou intencional e focada sobre o grupo ou sobre o(s) aluno(s) dentro de um grupo. A intenção do professor poderá depender da natureza e grau de complexidade da tarefa, bem como dos processos e capacidades que se pretendem desenvolver nos alunos.

A observação pode ser apoiada por diferentes instrumentos, como por exemplo *Listas de Verificação*. Neste tipo de instrumentos discrimina-se um conjunto de acções, previamente seleccionadas em função das competências a promover nos alunos, cuja efectivação se pretende verificar. Esta listagem pode ter a extensão que o professor desejar, salvaguardando-se que as exaustivas e longas são impraticáveis (Pereira, 2002). Com base no exemplo apresentado por esta autora, sugere-se, a título exemplificativo, a seguinte Lista de Verificação.

Lista de verificação

Nome: _____ Nº _____ Actividade: _____

Instruções: Marcar com X os casos em que se verifique a sua ocorrência a um nível satisfatório.

	Data					
Explicita a questão em estudo						
Escreve as previsões						
Descreve como fez						
Anotou as observações						
Usou desenhos ou grafismos Apropriados						
Faz interpretações coerentes com As evidências						

As escalas classificadas (ou escalas de classificação) constituem outro exemplo de instrumentos de observação. Distinguem-se das listas de verificação pelo facto de se pretender obter informação sobre a frequência da ocorrência do objecto de observação. A escala classificada que a seguir se apresenta como exemplo foca-se nos processos científicos desenvolvidos por cada aluno ou por cada grupo e pode ser um instrumento a utilizar durante a implementação das actividades práticas propostas nos Guiões Didácticos desenvolvidos.

Escala Classificada

Instruções: Assinalar o nº da escala que mais se aproxima de cada item ou indicador em observação.

Escola: _____ Data ____/____/____

Nome (aluno/a ou grupo): _____ Ano: _____ Actividade(s): _____

INDICADOR	ESCALA ²
	Quase nunca Quase sempre
<p>Questionar</p> <p>1. Participa(m) de modo eficaz na discussão sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> . como a(s) questão-problema pode(m) ser respondida(s) . o que pode ser necessário para a investigação 	<p>① ② ③ ④ ⑤</p> <p>① ② ③ ④ ⑤</p>
<p>Prever</p> <p>2. Faz(em) previsões relacionadas com a questão-problema.</p>	<p>① ② ③ ④ ⑤</p>
<p>Planear</p> <p>3. Identifica(m) a variável que deve ser mudada</p> <p>4. Identifica(m) a(s) variável(eis) que se deve(m) manter</p> <p>5. Identifica(m) o que observar ou medir para obter dados fiáveis que permitam responder à questão-problema</p>	<p>① ② ③ ④ ⑤</p> <p>① ② ③ ④ ⑤</p> <p>① ② ③ ④ ⑤</p>
<p>Recolher Dados ou Evidência(s)</p> <p>6. Faz(em) observações focadas em aspectos relevantes para responder à questão-problema</p>	<p>① ② ③ ④ ⑤</p>
<p>Interpretar Evidência e Estabelecer Conclusões</p> <p>7. Compara(m) os seus resultados com as suas previsões iniciais</p> <p>8. Estabelece(m) uma conclusão consistente com a evidência recolhida</p>	<p>① ② ③ ④ ⑤</p> <p>① ② ③ ④ ⑤</p>
<p>Comunicar</p> <p>9. Usa(m) desenhos, palavras ou modelos para descrever as suas ideias e resultados</p> <p>10. Usa(m) tabelas, gráficos ou quadros para organizar, registar e comunicar os resultados</p>	<p>① ② ③ ④ ⑤</p> <p>① ② ③ ④ ⑤</p>

² Apesar de vários autores advogarem uma escala de 7 níveis consideramos que se adequa uma de 5, tendo em conta os 10 itens/indicadores propostos.

Referências BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la Enseñanza de las Ciencias: Educación científica para la Ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, **1** (1), 3-16.
- Astolfi, J-P. (1999). *El "error", un medio para enseñar*. Sevilla: Díada Editora.
- Caamaño, A. (2002). Como transformar los trabajos prácticos tradicionales en trabajos prácticos investigativos? *Aula de innovación educativa*, **113/114**, 21-26.
- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en Ciencias. Em M. P. Jiménez Aleixandre (Coord.) *et al. Enseñar Ciencias*, pp. 95-118, Barcelona: Graó.
- Cachapuz, A. (1995). O ensino das Ciências para a excelência da aprendizagem. Em A. D. Carvalho (Ed.), *Novas Metodologias em Educação*, pp. 349-385, Porto: Porto Editora.
- Cachapuz, A., Praia, J., Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: ME.
- Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, **2** (2), 183-208.
- Carrascosa, J. (2006). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte III). Utilización didáctica de los errores conceptuales que aparecen en cómics, prensa, novelas e libros de texto. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, **3** (1), 77-88.
- Direção Geral do Ensino Básico e Secundário DGEBS (1990). *Reforma Educativa: Ensino Básico, Programa do 1º Ciclo*. Lisboa: ME.
- Departamento da Educação Básica [DEB] (2004). *Organização Curricular e Programas: Ensino Básico - 1º Ciclo* (4ª edição revista). Lisboa: ME.
- Finkelstein, A. (2002). *Science Is Golden - A Problem-Solving Approach to Doing Science with Children*. East Lansing: Michigan State University Press.
- Fumagalli, L. (1998). O ensino das Ciências Naturais ao nível fundamental da educação formal: argumentos a seu favor. Em H. Weissmann (Org.), *Didáctica das Ciências Naturais. Contribuições e Reflexões*, pp. 13-29, Porto Alegre: ARTMED.
- Furió, C., Solbes, J., Carrascosa, J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. *Alambique*, **48**, 64-77.

- Gil-Pérez, D., Guisasola, J., Moreno, A., Cachapuz, A., Pessoa de Carvalho, A. M., Martínez Torregrosa, J., Salinas, J., Valdés, P., González, E., Gené Duch, A., Dumas-Carré, A., Tricárico H., Gallego, R. (2002). Defending Constructivism in Science Education. *Science & Education*, **11**, 557-571.
- Goldsworthy, A., Feasey, R. (1997). *Making Sense of Primary Science Investigations*. Hatfield: ASE.
- Harlen, W. (2006a). Primary science education for 21st century. Em W. Harlen (Ed.), *ASE Guide to Primary Science Education*, pp. 3-9, Hatfield: ASE.
- Harlen, W. (2006b). Assessment for learning and assessment of learning. Em W. Harlen (Ed.), *ASE Guide to Primary Science Education*, pp.174-182, Hatfield: ASE.
- Harlen, W. (2006c). *Teaching, Learning and Assessing Science 5-12* (4ª ed.). London: SAGE Publications.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and Learning Science: Towards a Personalized Approach*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.
- Howe, A., Davies, D., McMahon, K., Towler, L. Scott, T. (2005). *Science 5-11: A guide for teachers*. London: David Fulton Publishers.
- Klein, B. S. (2001). Guidelines for effective elementary science teacher inservice education. *Journal of Elementary Science Education*, **13** (2), 29-40.
- Klein, B. S. (2005). Application of the guidelines for effective elementary science teacher inservice education. *Journal of Elementary Science Education*, **17** (2), 57-72.
- Lakin, L. (2006). Science in the whole curriculum. Em W. Harlen (Ed.), *ASE Guide to Primary Science Education*, pp.49-56, Hatfield: ASE.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das Ciências. Em H. V. Caetano, M. G. Santos (Orgs.), *Cadernos Didáticos de Ciências*, volume 1, pp. 79-97, Lisboa: ME-DES.
- Loucks-Horsley, S., Stiles, K. E. (2001). Professional development designed to change science teaching and learning. Em J. Rhoton, P. Bowers (Eds.), *Professional development - Planning and Design*, pp. 13-24, Arlington, VA: NSTA.
- Marcelo-García, C. (1999). *Formação de Professores - Para uma mudança educativa* (Tradução do original publicado em 1995). Porto: Porto Editora.
- Martins, I. P. (2002). *Educação e Educação em Ciências* [Colectânea de textos]. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Martins, I. P., Veiga, L. (2001). Early Science Education: Exploring familiar contexts to improve the understanding of some basic scientific concepts. *European Early Childhood Education Research Journal*, **9** (2), 69-82.

- Miguéns, M. I. (1999). O Trabalho Prático e o Ensino das Investigações na Educação Básica. Em CNE (Ed.), *Ensino Experimental e Construção de Saberes*, pp. 77-95, Lisboa: CNE-ME.
- Millar, R., Osborn, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College, School of Education.
- Millar, R., Osborn, J., Nott, M. (1998). National curriculum review: Science education for the future. *School Science Review*, **80** (291), 19-24.
- Ministério da Educação - Departamento da Educação Básica [ME-DEB] (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico*. Lisboa: ME.
- National Research Council [NRC] (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Naylor, S., Keogh, B. (2000). *Concept Cartoons in Science Education*. Cheshire: Millgate House Publishers.
- Naylor, S., Keogh, B. Goldsworthy, A. (2004). *Active assessment - Thinking learning and assessment in science*. London: David Fulton in association with Millgate House Publishers.
- Pedretti, E., Hodson, D. (1995). From Rhetoric To Action: Implementing STS Education through Action Research. *Journal of Research in Science Teaching*, **32**(5), 463-485.
- Pereira, A. (2002). *Educação para a Ciência*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento [PNUD] (2005). *Relatório do Desenvolvimento Humano 2005. Cooperação internacional numa encruzilhada: Ajuda, comércio e segurança num mundo desigual*. Lisboa: Ana Paula Faria Editora.
- Projecto do Milénio das Nações Unidas (2005). *Investindo no desenvolvimento: Um plano prático para atingir os objectivos de desenvolvimento do milénio*. Visão Geral. (Acedido em 6 de Setembro de 2006, no Human Development Report website: <http://hdr.undp.org>)
- Pozo, J. I., Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar Ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento Científico*. Madrid: Ediciones Morata.
- Praia, J. (1999). O Trabalho Laboratorial no Ensino das Ciências: Contributos para uma Reflexão de referência Epistemológica. Em CNE (Ed.), *Ensino Experimental e Construção de Saberes*, pp. 55-75, Lisboa: CNE-ME.
- Qualter, A. (2001). Assessment in Primary Science. *Primary Science Review*, **68**, 5-8.
- Rutherford, F. J., Ahlgren, A. (1995). *Ciência Para Todos* (Tradução do original publicado em 1990). Lisboa: Gradiva.

- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las Ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: Editorial SÍNTESIS.
- Santos, M. E. V. M. (1991). *Mudança conceptual na sala de aula*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Santos, M. E. V. M. (2001). *A cidadania na "voz" dos manuais escolares - O que temos? O que queremos?* Lisboa: Livros Horizonte.
- Sá, J. G., Rodrigues, A., Gomes, A., Veloso, E., Torres, G., Silva, M. (1996). À Descoberta de Objectos e Materiais Condutores da Electricidade por Crianças de 4-5 Anos. *Aprender*, **20**, 65-70.
- Tenreiro-Vieira, C. (2002). O Ensino das Ciências no Ensino Básico: Perspectiva Histórica e Tendências Actuais. *Psicologia, Educação e Cultura*, *VI*, 1, 185-201.
- Vieira, R. M. (2003). *Formação Continuada de Professores do 1º e 2º Ciclos do Ensino Básico para uma Educação em Ciências com Orientação CTS/PC*. Tese de Doutoramento em Didáctica (não publicada) Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Wellington, J. (Ed.) (1998). *Practical Work in School Science. Which way now?* London, New York: Routledge.

BIBLIOGRAFIA ESSENCIAL

- Astolfi, J-P., Peterfalvi, B., Vérin, A. (2001). *Como as crianças aprendem as Ciências* (tradução de M^a José Figueiredo do original publicado em 1998). Lisboa: Instituto Piaget. Este livro descreve problemas com que o ensino das Ciências, particularmente no que respeita à escola primária francesa (que corresponde, globalmente, ao 1º Ciclo do Ensino Básico português), se depara actualmente e propõe vias para a sua renovação.
- Cachapuz, A., Praia, J., Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: ME. Este livro apresenta uma reflexão crítica sobre caminhos actuais da Educação em Ciência e, em particular, sobre o ensino das Ciências e dos seus pressupostos, até à Nova Didáctica das Ciências.
- Charpak, G. (1997). *As Ciências na escola primária. Uma proposta de acção* (tradução de Luís Serrão do original publicado em 1996). Mem Martins: Editorial Inquérito. Este livro incide sobre o ensino das Ciências na Educação de Infância e no 1º Ciclo do Ensino Básico, destacando o plano de experimentação implementado em 350 turmas de escolas básicas (alunos dos 6 aos 11 anos) francesas.
- Conselho Nacional de Educação (1999). *Ensino Experimental e Construção de Saberes*. Lisboa: CNE-ME. Este livro contém as intervenções / comunicações apresentadas, em 21 de Maio de 1999, no Seminário promovido pelo Conselho Nacional de Educação sobre a Educação Científica e o trabalho experimental no contexto da realidade portuguesa.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. et al. (Coord.) (2003). *Enseñar Ciencias*. Barcelona: Graó. Este livro conjuga dados de investigação em Didáctica das Ciências com as experiências dos autores e de professores espanhóis sobre temáticas variadas, como a do trabalho prático / experimental.
- Martins, I. P., Veiga, M. L. (1999). *Uma análise do Currículo da Escolaridade Básica na Perspectiva da Educação em Ciências*. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional. (Versão electrónica em: <http://www.dgicd.min-edu.pt/innovbasic/biblioteca/cdceb09/index.htm>) Este livro apresenta uma análise dos programas da Educação Pré-escolar e do Ensino Básico em vigor na década de noventa, que veiculam saberes de Ciências Experimentais, procurando identificar (des)continuidades e lapsos, bem como sugerir orientações curriculares para estes níveis de ensino, consensuais na investigação em Didáctica das Ciências.
- Membiola, P., Padilla, Y. (Eds) (2005). *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias y el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI*. Espanha: Educación Editora. Acedido a 7 de Setembro de 2006. em: <http://webs.uvigo.es/educacion.editora/Libro01.htm> Este livro, de vários autores que participaram no II Seminário Ibérico sobre CTS, realizado em Valladolid - Espanha, em Julho de 2002, baseia-se em resultados de investigação, abordando aspectos importantes para fundamentar a educação CTS no currículo escolar e a relação entre a prática educativa e, por exemplo, projectos curriculares de orientação CTS.

- Pereira, A. (2002). *Educação para a Ciência*. Lisboa: Universidade Aberta.
Este livro procura perspectivar o que pode constituir uma Educação em Ciências adequada desde os primeiros anos, fornecendo instrumentos conceptuais e metodológicos e apontando meios e recursos para o ensino das Ciências numa lógica experimental.
- Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis Educación.
Este livro, mediante exemplos de trabalhos de Educação em Ciências nos primeiros anos de escolaridade, procura reflectir e propor ideias para fundamentar os pilares do processo de aprendizagem dos alunos deste nível de ensino.
- Rutherford, F. J., Ahlgren, A. (1995). *Ciência para Todos* (tradução de C. C. Martins do original publicada em 1990). Lisboa: Gradiva, Coleção Aprender / Fazer Ciência.
Este livro representa uma obra de referência muito importante para professores e decisores políticos, dando relevo ao papel social da Educação em Ciências e apontando metas para a educação científica em contexto escolar.
- Sá, J., Varela, P. (2004). *Crianças aprendem a pensar Ciências*. Porto: Porto Editora.
Este livro descreve uma prática de ensino experimental reflexivo das Ciências, no 1º ciclo, orientada para uma abordagem interdisciplinar.
- Sequeira, M., Dourado, L., Vilaça, M. T., Silva, L. Afonso, A. S. Baptista, J. M. (Orgs.) (2000). *Trabalho prático e experimental na Educação em Ciências*. Braga: Departamento de Metodologia da Educação do Instituto de Educação e Psicologia - Universidade do Minho.
Este livro inclui os textos das comunicações apresentadas no Congresso "Trabalho Prático e Experimental na Educação em Ciências", nos quais se encontram enquadramentos conceptuais e alguns exemplos para o trabalho de índole experimental em Ciências.
- Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R. M. (2001). *Promover o pensamento crítico dos alunos - Propostas concretas para a sala de aula*. Porto: Porto Editora, Coleção Educação Básica.
Este livro conceptualiza o pensamento crítico e apresenta propostas concretas de como promovê-lo na Educação em Ciências, nomeadamente no 4º ano de escolaridade.
- Valadares, J., Graça, M. (1998). *Avaliando... para melhorar a aprendizagem*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas Lda., Coleção Plátano Universitária.
Este livro encerra o essencial sobre avaliação, nomeadamente sobre as várias técnicas e respectivos instrumentos que se podem utilizar na avaliação de diferentes aprendizagens dos alunos.
- Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C. (2005). *Estratégias de ensino / aprendizagem: O questionamento promotor do pensamento crítico*. Lisboa: Editorial do Instituto Piaget.
Este livro centra-se na descrição de várias estratégias de ensino / aprendizagem, destacando o questionamento (oral e escrito) e como orientá-lo para a promoção do pensamento crítico.



BIBLIOGRAFIA de APROFUNDAMENTO

De modo a facilitar o aprofundamento de temáticas focadas no Programa de Formação, além das referências bibliográficas anteriores, apresenta-se uma lista de referências organizada por secções, de acordo com as temáticas focadas no programa. Incluiu-se, ainda, uma secção com indicação de revistas de publicação periódica sobre trabalhos de investigação e/ou de inovação didáctica.

Importância e finalidades da Educação em Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico

American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. Washington, DC: Autor.

Aguilar, T. (1999). *Alfabetización científica y educación para la ciudadanía*. Madrid: Narcea, S. A. de Ediciones.

Appleton, K. (Ed.) (2006). *Elementary science teacher education: International perspectives on contemporary issues and practice*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates with Association for Science Teacher Education.

Ayala, F. J. (1996). La Culture Scientifique de Base. In *Rapport Mondiale sur la Science*, 1996, pp. 1-6, Paris: UNESCO.

Cachapuz, A., Gil-Perez, D., Pessoa de Carvalho, A. M., Praia, J., Vilches, A. (Orgs.) (2005). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez Editora.

Cachapuz, A., Praia, J., Paixão, F., Martins, I. (2000). Uma visão sobre o ensino das Ciências no pós-mudança conceptual. *Contributos para a formação de professores. Inovação*, **13** (2-3), 117-137.

Cachapuz, A., Praia, J., Gil-Pérez, D., Carrascosa, J., Martínez-Terrades, F. (2001). A emergência da Didáctica das Ciências como campo específico de conhecimento. *Revista Portuguesa de Educação*, **14** (1), 155-195.

de Bóo, M., Randall, A. (Ed.) (2001). *Celebrating a Century of Primary Science*. Hatfield: ASE.

Feasey, R. (1999). *Primary Science and Numeracy*. Hatfield: ASE.

Feasey, R., Gallear, B. (1999). *Primary Science and Literacy*. Hatfield: ASE.

Fumagalli, L. (1998). O ensino das Ciências Naturais ao nível fundamental da educação formal: argumentos a seu favor. Em H. Weissmann (Org.), *Didáctica das Ciências Naturais. Contribuições e Reflexões*, pp. 13-29, Porto Alegre: ARTMED.

- García Palacios, E. M., González Galbarte, J. C., López Cerezo, J. A., Luján J. L., Martín Gordillo, M., Osorio, C., Valdés, C. (2001). *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una aproximación conceptual*. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos.
- Gil-Perez, D., Vilches, A. (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI. Obstáculos y propuestas de actuación. *Investigación en la Escuela*, **43**, 27-37.
- Harlen, W. (Ed.) (2006). *ASE Guide to Primary Science Education*. Hatfield: ASE.
- Membiola, P. (1997). Alfabetización científica y ciencia para todos en la educación obligatoria. *Alambique*, **13**, 37-44.
- Membiola, P. (Ed.) (2001). *Enseñanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones.
- Millar, R., Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science Education for the Future*. London: King's College London, School of Education.
- Millar, R., Osborne, J., Nott, M. (1998). National curriculum review: Science education for the future. *School Science Review*, **80** (291), 19-24.
- National Research Council [NRC] (1996). *National Science Education Standards*. Washington: National Academy Press.
- National Science Resources Center [NSRC] (1997). *Science for All Children*. Washington: National Academy Press.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD] (1999). *Measuring Students' Knowledge and Skills. A New Framework for Assessment*. Paris: OECD.
- Santos, M. E. (1999). *Desafios Pedagógicos para o Século XXI*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Santos, M. E. V. (2005). *Que cidadania?(Tomo II)*. Lisboa: Santos-Edu.
- Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura/Conselho Internacional para a Ciência. [UNESCO/ICSU] (1999). *Ciência para o Século XX - Um novo compromisso*. Paris: UNESCO.

Sócio-construtivismo e aprendizagem das Ciências

- Bennett, J. (2003). *Teaching and learning science: a guide to recent research and its applications*. London: Continuum.
- Canavarro, J. M. (1999). *Ciência e Sociedade*. Coimbra: Quarteto Editora.
- Coll, C. (2000). Constructivismo e intervenção educativa. Em E. Barberà et al., *El constructivismo en la práctica*, pp. 11-32. Barcelona: Graó.



Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., Wood-Robinson, V. (1994). *Making Sense of secondary science- Research into children's ideas*. London, New York: Routledge.

Duckworth, E. (1991). *Ideias-Maravilha em educação e outros ensaios em ensino e aprendizagem* (tradução). Lisboa: Instituto Piaget.

Keogh, B., Naylor, S. (1998). Concept Cartoons. *Primary Science Review*, **51**, 14-16.

Santos, M. E. V. (2005). *Que educação? (Tomo I)*. Lisboa: Santos-Edu.

Trabalho prático na Educação em Ciências

Barberá, O., Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, **14**(3), 365-379.

Bourdial, I., Vialles, C. (2000). *Les sciences à L'école primaire - Cycle 2*. Paris: Retz.

de Bóo, M. (2004). *Using science to develop thinking skills at key stage I - Practical resources for gifted and talented learners*. London: David Fulton Publishers.

Feasey, R. (1999). *Primary Science and Numeracy*. Hatfield: ASE.

Feasey, R., Gallear, B. (1999). *Primary Science and Literacy*. Hatfield: ASE.

Goldsworthy, A., Feasey, R. (1997). *Making sense of primary science investigations*. Hatfield: ASE.

Goldsworthy, A., Holmes, M. (1999). *Teach it! Let's get to it! How direct teaching of science skills helps children to investigate*. Hatfield: ASE.

Goldsworthy, A., Watson, R., Wood-Robinson, V. (1999). *Getting to grips with graphs*. Hatfield: ASE.

Goldsworthy, A., Watson, R., Wood-Robinson, V. (2000). *Developing understanding*. Hatfield: ASE.

Harlen, W. (1994). Desarrollo e investigación de las Ciencias en la Enseñanza Primaria. *Alambique*, **2**, 69-81.

Harlen, W. (Ed.) (2006). *ASE Guide to Primary Science Education*. Hatfield: ASE.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, **12** (3), 299-313.

Hodson, D. (1998). *Teaching and Learning Science. Towards a Personalized Approach*. Buckingham, Philadelphia: Open University Press.

- Marques, L., Praia, J., Thompson, D. (2002). Practical work in earth sciences education: an experience with students in the context of a national science programme in Portugal. *Research in Science & Technological Education*, **20** (2), 143-164.
- Martins, I. P. (2002). *Educação e Educação em Ciências* [Colectânea de Textos]. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Martins, I. P., Couceiro, M. F. (2001). *Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico. Caderno de Actividades Experimentais*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Martins, I. P., Veiga, L. (2001). Early Science Education: Exploring familiar contexts to improve the understanding of some basic scientific concepts. *European Early Childhood Education Research Journal*, **9** (2), 69-82.
- Santos, M. C. (2002). *Trabalho Experimental no Ensino das Ciências*. Lisboa: ME.
- Sharp, J. (Ed.) (2004). *Developing primary science*. Exeter: Learning Matters.
- Ward, H., Roden, J., Welett, C., Foreman, J. (2005). *Teaching science in the primary classroom - A practical guide*. London: Paul Chapman Publishing.
- Watson, J. R. (1994). Diseño y realización de investigaciones en las clases de ciencias. *Alambique*, **2**, 57-65.

Avaliação das aprendizagens dos alunos

- Enger, S. K., Yager, R. E. (2001). *Assessing student understanding in science*. Thousand Oaks: Corwin Press.
- Harlen, W. (1998). *Developing science in the primary classroom*. Essex: Longman.
- Harlen, W. (2006). *Teaching, Learning and assessing science 5-12* (4ª ed.). London: Sage Publications.
- Harlen, W., Qualter, A. (2004). *The teaching of science in primary schools*. London: David Fulton Publishers.
- Naylor, S., Keogh, B., Goldsworthy, A. (2004). *Active assessment - Thinking learning and assessment in science*. London: David Fulton in association with Millgate House Publishers.
- Nieda, J., Cañas, A., Martín-Díaz, M. J. (2004). *Actividades para evaluar ciencias en secundaria*. Madrid: A. Machado Libros.
- Ramalho, G. (Coord.) (2001). *Resultados do Estudo Internacional PISA 2000 / Programme for International Student Assessment*. Lisboa: ME GAVE.

Ramalho, G. (Coord.) (2004). *Resultados do Estudo Internacional PISA 2003 / Programme for International Student Assessment*. Lisboa: ME GAVE.

Revistas de Publicação Periódica de Educação em Ciências e de Divulgação Científica

Alambique - Didáctica de las Ciencias Experimentales - Publicação da Editorial Graò, Barcelona, Espanha (quatro números por ano) (<http://alambique.grao.com/revistas/presentacion.asp?ID=4>)

Revista para professores, sobre investigação em Didáctica das Ciências (os números são temáticos).

ASTER - Recherche en Didactique des Sciences Expérimentales - Publicação do Instituto Nacional de Investigação Pedagógica, Paris, França (dois números por ano) (<http://www.inrp.fr/publications/aster/>).

Revista com a finalidade de divulgar conhecimentos teóricos e de aplicação prática úteis para compreender os fenómenos do ensino e da aprendizagem das Ciências.

Aula de Innovación Educativa - Publicação da editorial Graó, Barcelona, Espanha (nove números por ano) (<http://www.grao.com>)

Revista para professores e formadores de todas as áreas, com artigos em Didáctica das Ciências.

Education in Science - Publicação da Associação de Educação em Ciências (ASE) Inglesa, (cinco números por ano) (<http://www.ase.org.uk/hm/Journals/eis/Index.php>).

Revista que inclui uma ampla gama de temas científicos e materiais para professores dos primeiros anos, com consulta on-line sobre números actuais e anteriores (disponibiliza alguns artigos).

Enseñanza de las Ciencias - Publicação do Instituto de Ciências da Educação da Universidade Autónoma de Barcelona, Espanha (três números por ano) (<http://www.blues.uab.es/~sice23/>).

Revista para professores, de investigação em Didáctica das Ciências.

Investigación en la Escuela - Publicação da Díada Editora, Sevilla, Espanha, (três números por ano) (<http://www.diadaeditora.com>).

Revista para professores de todas as áreas, com artigos em Didáctica das Ciências.

Journal of Elementary Science Education - Publicação da Association for Science Teacher Education (ASTE), Estados Unidos da América (dois números por ano) (<http://www.win.edu/users/jese/about.html>).

Revista de referência internacional, dedicada às questões da Educação em Ciências, com o propósito de comunicar ideias, teorias, pesquisa e informação orientada para a prática relacionada com a supervisão, currículo e instrução.

La Recherche - Publicação mensal da Société d'Éditions Scientifiques, Paris, França (doze números por ano) (<http://www.larecherche.fr>).

Revista de divulgação científica para professores, sobre grandes temas científicos da actualidade, em diversos domínios.

Pour la Science - Publicação mensal. Edição francesa da Scientific American (doze números por ano) (<http://www.pourlascience.com>).
Revista para professores sobre temas gerais de Ciência.

Primary Science Review - Publicação da Associação de Educação em Ciências (ASE) Inglesa, (cinco números por ano) (<http://www.ase.org.uk/htm/Journals/psr/Index.php>).
Revista para formadores e professores do 1º CEB, com informação e ideias práticas para a educação formal e não formal e com consulta on-line sobre números actuais e anteriores.

Revista de Educação - Publicação do Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL) (dois números por ano) (<http://revista.educ.fc.ul.pt/>).
Revista que publica artigos referentes a estudos teóricos de investigação aplicada à Educação (incluindo a Científica), particularmente da que se realiza em Portugal.

Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias - Publicação da Universidade de Vigo (três números por ano) (<http://www.saum.uvigo.es/reec>).
Revista dedicada à inovação e investigação sobre o ensino e a aprendizagem das Ciências experimentais em todos os níveis de ensino.

Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias - Revista electrónica da *Asociación de Profesores Amigos de la Ciencia: Eureka*, com a colaboração do *Centro de Profesorado de Cádiz* (três números por ano) (<http://www.apac-eureka.org/revista>).
Revista dedicada a temas relacionados com a educação científica formal e não formal.

Revista Ibero-Americana de Educação - Publicação da Organização de Estados Iberoamericanos (OEI) para a Educação, a Ciência e a Cultura (três números por ano) (<http://www.campus-oei.org/revista>).
Revista orientada, principalmente, para a divulgação de trabalhos sobre políticas, investigação e inovação educativas (a inscrição digital é gratuita).

Revista Ibero-Americana de Ciencia, Tecnología e Sociedad - Publicação da Organização de Estados Iberoamericanos (OEI) para a Educação, a Ciência e a Cultura, pela Universidade de Salamanca e Centro Redes (*centro de Estudios sobre Ciencia, Desarrollo y Educación Superior*) (dois números por ano) (<http://www.oei.es/revistacts.htm>).
Revista orientada para a reflexão e debate em torno das inter-relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (pode inscrever-se no sítio).

School Science Review - Publicação da Association for Science Education, UK (quatro números por ano) (<http://www.ase.org.uk/>).
Revista útil para professores de Ciências, incluindo os dos primeiros anos de escolaridade.

Science and Children - Publicação da Associação Nacional de Professores de Ciências (NSTA) dos Estados Unidos (oito números por ano) (<http://www.nsta.org/elementaryschool>).
Revista que se destina a professores, supervisores e gestores / directores de escolas preocupados com o ensino das Ciências no Ensino Básico (*elementary level*).

