Formação Contínua de Professores de Ciências, Construção de Conhecimento Científico e Educação para a Sustentabilidade

M. Arminda Pedrosa[1]; **Paulo Mendes**[2]
[1]Unidade de I&D nº 70/94 Química-Física Molecular/FCT, MCT; Departamento de Química, Faculdade de Ciências e Tecnología, Universidade de Coimbra (FCTUC), Portugal. apedrosa@ci.uc.pt; [2]LIP; Departamento de Física, FCTUC, Portugal. pjmendes@fis.uc.pt

Abstract

In this communication, science teacher professional development is discussed in the context of current education reforms called for worldwide, including Europe. The perspective that was adopted concerns developing science teachers´ practical competencies, as required to implement innovations put forward by the curriculum decision makers and educational authorities in Portugal, focusing on compulsory education (up to 15 years of age, assuming regular progression with no retention years). Considering that teacher education programmes, pre-service and in-service, contrary to what in general happens nowadays, must incorporate sustainable development issues, on the one hand, and that teachers need opportunities to develop competencies to implement innovative teaching, including those required to construct scientific knowledge through their involvement in research projects, on the other, part of an in-service science teacher education programme is presented and discussed. The programme was approved by the educational authorities concerned as "*Círculo de Estudos*", comprised three working modules and started in 2003, simultaneously with the beginning of the implementation of national curriculum for compulsory education, "*Currículo Nacional do Ensino Básico*", in the 3rd cycle, starting with the 7th year (normally 12-13 year old pupils). The programme, methodologies and activities developed in the first two modules are presented and discussed. As using heuristic resources was explicitly stimulated to help articulating theoretical knowledge with procedural knowledge and skills required to undertake practical work, consistent with research practices in sciences, research questions (re)formulated by the teacher-trainee working groups, are especially scrutinised along with project developments. Based on the literature reviewed and the programme modules developed, presented and discussed, conclusions are drawn and some implications are put forward.

Introdução

Do reconhecimento da importância vital de se promover e melhorar a educação básica resultam recomendações de organizações internacionais (UNESCO, 2005) que, articulando-se com outras a nível Europeu (CCE, 2005), se repercutem em reformas educativas a nível nacional, mais ou menos profundas que, em geral, apelam para práticas educativas inovadoras. No caso Português, defendem-se, no Currículo Nacional do Ensino Básico (CNEB), perspectivas inovadoras de educação científica, desde logo estipulando-se que as Ciências Físicas e Naturais (CFN), em todos os ciclos do Ensino Básico (EB), se estruturem em torno de quatro temas abrangentes e transdisciplinares: "Terra no Espaço", "Terra em Transformação", "Sustentabilidade na Terra" e "Viver Melhor na Terra" (DEB, 2001a) e propondo-se uma gestão curricular flexível. Nas Orientações Curriculares para as CFN (OCCFN), para o 3º ciclo (DEB, 2001b), que interpretam o currículo no que respeita à abordagem dos temas nas duas disciplinas que compõem esta área – as Ciências Físico-Químicas (CFQ) e as Ciências Naturais (CN) –, defende-se, designadamente, a discussão de assuntos controversos, a realização de investigação pelos alunos, o envolvimento em

projectos interdisciplinares numa perspectiva de educação para o desenvolvimento sustentável (Pedrosa & Leite, 2005).

Porém, embora se identifique no CNEB perspectivas de educação para desenvolvimento sustentável (EDS), estas, em geral, não integram os currículos, programas e práticas de instituições de formação de professores, apesar de se identificarem em casos isolados concretizados através de protagonistas que figuram entre os que mais cedo se preocupam e se esforçam para que as suas práticas docentes sejam orientadas por preocupações e perspectivas de educação para a sustentabilidade. Integrar EDS em formação de professores (e em educação em ciências), requer vontade, estratégias e recursos concertados, *e.g.*, estabelecendo parcerias interinstitucionais que visem promover acções inovadoras que se revelem necessárias para viabilizar a sua implementação em situações concretas. Deste modo, em vez do estado actual de integração curricular casuística (verifica-se em casos isolados) apenas, EDS passará a integrar-se progressivamente nos currículos e práticas normais de formação de professores (UNITWIN/UNESCO & INTEI, 2005). Esta é uma condição necessária, e essencial, para viabilizar a integração de EDS nas práticas normais de educação nas diversas disciplinas curriculares, incluindo ciências.

Nesta perspectiva, ao mesmo tempo que se incentiva o trabalho interdisciplinar sobre sustentabilidade e a disponibilização de materiais pertinentes, a nível local e global, recomenda-se que se promovam análises de documentos curriculares oficiais em que se identifiquem tópicos relacionados com sustentabilidade, em particular ao nível local, se utilizem estratégias adequadas para, promovendo compreensão de sustentabilidade global, estimular pensamento crítico e tomadas de decisão implicadas em estilos de vida pessoal e escolhas económicas, e se utilize "técnicas pedagógicas que encorajem competências superiores de pensamento, apoiem tomadas de decisão, envolvam aprendizagem participativa, e estimulem a formulação de questões" (UNITWIN/UNESCO & INTEI, 2005, p.44).

Urge, pois, repensar e reorientar a formação de professores de ciências, inicial e contínua, tendo em vista contribuir para que estes profissionais desenvolvam competências necessárias ao seu empenhamento em inovações educativas que estimulem os alunos a envolverem-se em questões locais de sustentabilidade. Tal reorientação, para além de poder motivar mais alunos para prosseguirem estudos de ciências e engenharias, pode captar a atenção e interesse dos que, de outro modo, se sentiriam "desligados dos sistemas educativos formais e mal servidos por eles" (Elshof, 2005, p. 174). Importa, pois, que tais inovações contribuam para concretizar educação científica para todos em que se articulem conhecimento de conteúdo e processos científicos com a promoção de valores e competências de cidadania necessários para, enfrentando os riscos com que se confrontam, participarem competente e responsavelmente nas sociedades (Ashley, 2000).

Porém, a importância que a compreensão da prática científica assume em educação para exercícios de cidadania traduz-se em novas exigências, e outros tantos requisitos que, numa perspectiva inclusiva de educação, se afiguram complexos e difíceis, particularmente para os professores. Para poderem desempenhar o papel crucial que se pressupõe e espera que desempenhem na implementação dos currículos pretendidos, é necessário que reconheçam a centralidade da investigação e da construção activa de conhecimento (Tal *et al.*, 2006), criando ambientes de aprendizagem que estimulem os alunos, oriundos de estratos sócio-económicos diversificados, a desenvolverem abordagens investigativas (Lee *et al.*, 2006). Poderão, assim, contribuir para que os professores construam imagens mais adequadas acerca de ciências e da construção de conhecimento científico e, sobretudo, para que reconheçam a importância deste conhecimento para opções e tomadas de decisão do seu dia-a-dia, no presente e futuro, incluindo o reconhecimento da necessidade de o aprofundar e expandir ao longo da vida. Nesta perspectiva, questões que despertem atenção e interesse dos aprendizes, afigurando-se-lhes pertinentes, e o desenvolvimento de projectos investigativos emergentes

delas, assumem particular relevância, apesar de difíceis de concretizar em contextos escolares, designadamente por força da eventual complexidade dos projectos e de múltiplos constrangimentos que caracterizam estes contextos.

Deve salientar-se que será tanto mais difícil para os professores envolverem-se no desenvolvimento de tais projectos investigativos com os seus alunos quanto mais distantes estiverem os seus próprios percursos formativos de práticas científicas semelhantes. Ou seja, será tanto mais difícil para os professores envolverem-se no desenvolvimento de tais projectos investigativos quanto mais estranha e distante se lhes afigurar a utilização de abordagens investigativas de resolução de problemas. Concretamente, prevê-se particularmente difícil planear e implementar actividades necessárias ao desenvolvimento de projectos semelhantes pelos seus alunos, orientando-os e ajudando-os a implementar percursos investigativos em que reconheçam idênticas preocupações e se desenvolvam com propósitos semelhantes, em termos de sentido de utilidade para exercícios informados e responsáveis de cidadania. De facto, fazê-lo, articulando conhecimento de conteúdo e processos científicos com a promoção de valores e o desenvolvimento de competências necessários para participações responsáveis nas sociedades, requer estímulos e oportunidades para os alunos se envolverem em discussões explícitas e práticas de reconhecimento dos múltiplos discursos que operam nas suas vidas, designadamente na escola e noutras comunidades em que se inserem para, desconstruindo fronteiras, valorizando e expandindo os seus discursos quotidianos, os ajudar a aprender (Moje *et al.*, 2001). É provável que, então, as ciências se lhes afigurem úteis e relevantes para as suas vidas, designadamente em termos de os ajudar a compreender e fundamentar comportamentos pessoais e sociais, bem como eventuais apelos para os mudar e, em geral, para os ajudar a compreender e fundamentar opções em que estejam implicadas questões com dimensões científicas, de que a problemática dos resíduos constituí um exemplo.

Numa perspectiva de educação para exercícios de cidadania, desenvolver projectos investigativos no âmbito de ciências escolares requer que se explorem e aprofundem processos de construção de conhecimento científico, prestando-lhes mais atenção (e dispendendo mais tempo), planeando cuidadosamente actividades necessárias, designadamente para formular questões de investigação, relevantes na dupla perspectiva pessoal –para os alunos– e social, planear procedimentos adequados, discuti-los, desenvolvê-los e defender as pretensões de conhecimento assim elaboradas (Pedrosa *et al.*, 2004).

Se no desenvolvimento de trabalho prático em que se manipulam materiais e equipamentos se integrar a construção de pretensões de conhecimento acerca do mundo material, natural ou intervencionado, e a apresentação e discussão de conhecimento assim construído em comunidades críticas, proporcionam-se oportunidades para, no âmbito dos projectos, os alunos compreenderem *porque* se faz investigação científica e *como* se pratica esta actividade, o que aumentará a probabilidade de, em situações problemáticas concretas fora de contextos escolares, considerarem e julgarem argumentos baseados em estudos científicos, contrariamente a cidadãos que, não compreendendo como se pratica investigação científica, ignoram argumentos baseados em estudos científicos ou, na melhor das hipóteses, seguem recomendações do último estudo científico que se lhes afigure apelativo (O´Neill & Polman, 2004).

Urge, pois, criar oportunidades que estimulem os professores a desenvolverem e consolidarem competências necessárias para formularem problemas pertinentes e relevantes numa perspectiva de educação para desenvolvimento sustentável a nível local, nacional e global, apreciando, aprofundando e consolidando ideias importantes neste âmbito, que os motivem para orientar os seus alunos em processos semelhantes estimulando-os a envolverem-se neles. Nas secções seguintes apresenta-se um programa de formação contínua de professores, na modalidade de Círculo de Estudos, intitulado “Aprendendo a ensinar Ciências para a compreensão numa perspectiva investigativa” (de ora em diante designado

simplesmente *Círculo de Estudos*), em que se pretendeu criar tais oportunidades e contribuir para estimular inovações em ensino e aprendizagem de ciências requeridas para que estas disciplinas se afigurem úteis e relevantes para os alunos, particularmente no EB, numa perspectiva de educação inclusiva, não elitista, com o objectivo os ajudar a compreender e fundamentar opções em que estejam implicadas questões com dimensões científicas – de que a problemática dos resíduos constitui crucial exemplo – e também de os estimular a compreender e fundamentar comportamentos pessoais e sociais, bem como eventuais apelos para os mudar.

Contextos, Objectivos, Organização do "Círculo de Estudos" e Metodologias

A proposta do *Círculo de Estudos* "Aprendendo a Ensinar Ciências para a Compreensão numa Perspectiva Investigativa" surgiu como uma resposta a necessidades de formação manifestadas por professores de ciências de uma Escola Básica 2, 3 de Coimbra, e por eles veiculadas junto do Director do Centro de Formação do Calhabé (CFC), Coimbra, as quais terão decorrido de desafios e necessidades percepcionados por professores do 3º ciclo do EB, em geral, no contexto da implementação do CNEB e das OCCFN (iniciada no 7º ano de escolaridade, o primeiro do 3º ciclo do EB, em 2002/2003). A referida proposta privilegiou contextos de gestão de resíduos sólidos urbanos, numa perspectiva de formulação e resolução de problemas para, superando barreiras disciplinares, estimular professores de ciências a envolverem-se em problemáticas de DS no âmbito da sua actividade profissional (Pedrosa *et al.*, 2004). Foi formalizada pelo Centro de Formação do Calhabé e aprovada pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua, como *Círculo de Estudos*, para o qual se definiram os objectivos:

- Desenvolver competências disciplinares e didácticas necessárias à implementação de actividades práticas (experimentais, laboratoriais e de campo), numa perspectiva investigativa;
- Desenvolver competências necessárias e apropriadas a posturas reflexivas relativamente ao trabalho prático e ao papel que pode, e deve, assumir no desenvolvimento pessoal e profissional, nas práticas docentes e nas aprendizagens dos alunos;
- Promover diálogo e cooperação entre professores dos grupos 4º A, 4º B, 11º B ..., centrados em práticas docentes, seu questionamento e discussão, tendo em vista repensá-las para implementar ensino das Ciências que efectivamente contribua para aprendizagens significativas e exercícios informados e responsáveis de cidadania.

Iniciou-se em Abril de 2003, no ano lectivo da entrada em vigor do CNEB e das OCCFN, no 7º ano de escolaridade e estruturou-se em três módulos. Neste texto analisam-se e discustem-se aspectos específicos do desenvolvimento dos dois primeiros módulos, os quais se destinaram a proporcionar oportunidades e incentivos à reflexão, individual e partilhada e à utilização de recursos heurísticos, designadamente mapas de conceitos e Vês de Gowin (Mintzes *et al.*, 2000). O incentivo à utilização destes recursos heurísticos decorreu do potencial que se lhes reconhece para, numa perspectiva investigativa, conceber e desenvolver actividades práticas (experimentais, laboratoriais e de campo) emergentes da identificação e formulação de problemas e necessárias para os resolver, reforçado por desenvolvimentos conseguidos com a sua utilização em programas anteriores com objectivos semelhantes (Pedrosa, 2000).

Os planos de trabalho propostos para cada um dos módulos inspiraram-se nos de outras acções de formação de professores de ciências, previamente realizadas com propósitos semelhantes (Dourado & Freitas, 2000) e, numa perspectiva de complementaridade de formações e de interesses profissionais, foram discutidos e negociados pelos quatro

formadores do *Círculo de Estudos* (Pedrosa *et al.*, 2004). Dos 17 formandos que se inscreveram, apenas 13 compareceram nas sessões presenciais do *Círculo de Estudos*, nas quais se privilegiou trabalho cooperativo dos formandos em pequenos grupos (*PG*), de 2 ou 3 elementos, cujo agrupamento resultou de opções dos próprios formandos, sem intervenção dos formadores, os quais se limitaram a estabelecer limites para o número de formandos por *PG*. Nas sessões presenciais, para além de trabalho cooperativo em *PG*, orientado por documentos de trabalho e pelos quatro formadores, realizaram-se periodicamente sessões plenárias, para apresentar temáticas pertinentes para o desenvolvimento de tarefas propostas em documentos de trabalho orientadores das actividades dos *PG*, por um lado (*e.g.*, *O problema dos problemas* em ensino e aprendizagem das Ciências – Ensinar Ciências numa perspectiva construtivista), e para apresentar, partilhar e discutir vivências e trabalho desenvolvido pelos *PG*, por outro (Pedrosa *et al.*, 2004). Antes de se iniciar cada um dos módulos, distribui-se o respectivo plano de trabalho (para o módulo 1 pelo Director do CFC e para o 2 pelos formadores no final do módulo 1). As sessões presenciais dos módulos 1 e 2 decorreram em períodos de pausas lectivas, em Abril e Julho respectivamente, durante três dias cada, num total de 38,5 h previstas, como se representa na tabela 1.

Tabela 1: Distribuição das actividades nos módulos 1 e 2 do *Círculo de Estudos*. Plenária/t e Plenária/ *PG* representam sessões plenárias para apresentar temáticas pertinentes para o desenvolvimento de tarefas propostas em documentos de trabalho e para apresentar, partilhar e discutir vivências e trabalho desenvolvido pelos pequenos grupos, respectivamente; *PG* representa períodos para desenvolvimento de actividades em pequenos grupos de formandos, orientados por documentos de trabalho e pelos formadores.

	Módulo 1			**Módulo 2**		
	1ºdia/22Abril	2º/23 Abril	3ºdia/24Abril	1ºdia/15Julho	2ºdia/16Julho	3ºdia/17Julho
Manhã	Plenária/t	*PG*	*PG*	Plenária/t *PG* Plenária/pg	Plenária/pg *PG*	*PG*
Tarde	Visita à LIPOR I /II	Plenária/pg *PG*	Plenária/pg Plenária/t	Plenária/t *PG*	*PG*	Plenária/ *PG* Plenária/t

Nesta tabela aparecem diferentes sessões plenárias, designadas Plenária/t e Plenária/*PG*, dependendo dos objectivos pretendidos e, consequentemente, de quem deveria assumir papel central. Nas sessões designadas Plenária/t apresentaram-se e distribuíram-se cópias dos documentos de trabalho e de bibliografia pertinente para aprofundamento das temáticas abordadas (*e.g.*, Trowbridge & Wandersee, 2000) e foi-se disponibilizando bibliografia adicional para consulta, à medida que se afigurava necessária (UNESCO, 2002), em particular no decurso de interacções dos formadores com os formandos no decorrer do desenvolvimento das actividades em *PG*.

Nas restantes sessões plenárias, designadas Plenária/*PG*, os *PG* apresentaram o trabalho desenvolvido, orientado por documentos de trabalho específicos, e entregaram aos formadores o documento preparado para o efeito, em transparência para retroprojector e/ou suporte informático para projector multimédia. Cada *PG* teve autonomia para preparar estes suportes

e proceder à apresentação propriamente dita, embora os formadores estivessem atentos ao calendário previsto para, se necessário, os alertar para atempadamente procederem à elaboração dos documentos, de modo a evitar-se atrasos no início das sessões plenárias. Quando necessário, os formadores duplicaram os documentos preparados pelos *PG*, em transparência ou suporte informático, para os analisar e fornecer *feedback* reclamado por alguns formandos e/ou entendido como necessário pelos formadores.
No documento de trabalho 3, que se apresenta como Anexo 1 distribuído aos professores-formandos no início do módulo 2, solicitava-se-lhes que se assumissem como professores de Ciências e propunha-se-lhes que elaborassem e/ou reformulassem "Vês de Gowin e Mapas de Conceitos e outros recursos" que entendessem necessários. No sentido de os auxiliar nestas tarefas complexas, sugeriram-se, no próprio documento de trabalho, questões como: "A questão-problema formulada permitirá traçar um percurso investigativo? Qual?; Qual a relevância do planeamento e execução desse percurso?; Que dimensões experimentais e laboratoriais estarão envolvidas?; Que ensaios laboratoriais, actividades de campo e/ou experiências controladas prevê necessários para a sua implementação?" Passa-se, de seguida, à apresentação das diversas questões-problema elaboradas pelos *PG* e apresentadas na última sessão Plenária/ *PG* do módulo 2 que, recorde-se, terão em última análise emergido da visita às centrais de triagem, tratamento e valorização de lixo da Lipor 1 (Ermesinde) e Lipor 2 (Maia) – Serviços Intermunicipalizados de Gestão de Resíduos do Grande Porto[1], efectuada no início do módulo 1 (Pedrosa *et al.*, 2004).

Centrais de Triagem, Tratamento e Valorização de Lixo e Questões de Investigação

Em geral, as questões inicialmente formuladas pelos *PG* sofreram reformulações, seja por não constituírem genuínas questões de investigação (também para os seus autores), *e.g.*, "Será que diferentes resíduos orgânicos originam fertilizantes com diferentes desempenhos?" (*PG* 4), seja por se apresentarem demasiado genéricas, *e.g.*, "Qual é o efeito de diferentes lixiviados no desenvolvimento de plantas de crescimento rápido em solo calcário" (*PG* 1). De facto, os cinco *PG* formularam questões muito abrangentes, que foram sendo discutidas com os formadores em *PG* e apresentadas e discutidas em plenários, de que resultaram sucessivas reformulações das questões orientadoras dos percursos investigativos, e dos procedimentos experimentais e/ou laboratoriais delineados pelos *PG* para a sua implementação. Em geral, os PG esforçaram-se por utilizar os recursos heurísticos apresentados em plenário (ver tabela 1 e o programa dos Módulos 1 e 2, que se apresenta como Anexo 2), em particular Vês de Gowin. Salienta-se que, tal como se previu, se identificaram sérias dificuldades na construção de MCs, evidenciadas pela elaboração de alguns organizadores gráficos que, apesar de úteis nos processos interactivos de planificação de actividades e reformulação de questões, foram indevidamente designados MCs, e/ou MCs com números muito reduzidos de conceitos e de frases de ligação, uns e outros apresentados nos respectivos relatórios, cerca de três meses mais tarde (em Outubro de 2003). Embora aparentemente MCs não fossem desconhecidos dos formandos, o mesmo não é aplicável à sua elaboração, pelo que esta actividade terá sido nova para eles, o que terá constituído um factor determinante daquelas dificuldades, detectadas não só nos seus relatórios, mas também ao longo das sessões presenciais do 2º módulo, como evidenciam sumários de algumas sessões presenciais e comentários à forma como se desenvolveram as actividades, uns e outros elaborados por dois formadores, imediatamente após cada sessão, e posteriormente validados pelos restantes.
A leitura destes permite identificar aspectos das actividades propostas em que os formadores percepcionaram menor autonomia dos formandos, acompanhados de níveis de ansiedade e desconforto consideráveis, que levaram a que, pontualmente, trocassem informações e

[1] http://www.lipor.pt

discutem-se formas de intervir interagindo com os formandos de modo a, diminuindo níveis de ansiedade e aumentando os de conforto e satisfação, se progredisse no sentido da consecução dos objectivos definidos para o *Círculo de Estudos*. Assim, dos comentários relativos ao desenvolvimento das actividades no 3º dia do módulo 1 consta:

> Nesta sessão de trabalho em pequenos grupos percepcionou-se, relativamente à sessão orientada pelo documento de trabalho nº 1, de um modo geral, consideravelmente menos autonomia dos professores-formandos no desenvolvimento das actividades que lhes eram solicitadas no documento de trabalho nº 2. Também relativamente à sessão orientada pelo documento de trabalho nº 1, os formadores foram, com maior frequência, solicitados a intervir, ou percepcionavam que a sua intervenção era necessária, embora de formas diferenciadas pelos diferentes grupos. Foram notórias as diferenças de interpretação do que se solicitava no documento de trabalho nº 2. O trabalho dos grupos foi-se desenvolvendo e surgiram momentos de perceptível desconforto e insegurança na maioria dos grupos que, uma vez ultrapassados, se saldaram em aparente acréscimo de interesse e envolvimento nas tarefas. No entanto, este acréscimo de interesse e envolvimento pareceu, por vezes, acompanhado de alguma insegurança e receio relativamente ao trabalho extra sessões presenciais, particularmente o que seria necessário entre o módulo 1 e o módulo 2.

Da interacção dialéctica entre questões formuladas, procedimentos experimentais e/ou laboratoriais planeados e pressupostos teóricos aplicáveis, mais ou menos explicitados nos recursos heurísticos construídos (Vês de Gowin e MCs) e apresentados em plenários, resultaram reformulações das questões orientadoras dos percursos investigativos, que culminaram na última versão apresentada nos relatórios de cada PG: "Quais os limites de tolerância do milho ao chumbo?" (*PG* 1), "Que composição de lixo orgânico (fruta, sopa de legumes ou pão) e que substrato (maçã golden ou reineta) serão mais eficientes em proliferação microbiológica?" (*PG* 2), "Como são afectados os solos agrícolas com a "infiltração"de águas contaminadas por cinzas e gases provenientes de diferentes tipos de lixo?" (*PG* 3), "Diferentes fertilizantes obtidos por compostagem influenciam a germinação de sementes de alface?" (*PG* 4), "Qual a influência da variação da mistura resultante da compostagem no desenvolvimento do feijoeiro e do milho?" (*PG* 5). Porém a interacção dialéctica que conduziu à reformulação de questões traduziu-se em alguns momentos tensos e penosos, como se ilustra com o excerto extraído dos comentários elaborados pelos formadores relativamente às actividades desenvolvidas no 2º dia do módulo 2:

> Apesar do "desconforto" mais ou menos assumido pelos "professores-formandos" nesta etapa do desenvolvimento do trabalho, designadamente no que respeita à reformulação das questões de investigação, utilizando a elaboração de recursos heurísticos (V de Gowin, Mapas de Conceitos), todos os grupos apresentaram, como resposta ao solicitado no documento de trabalho 3, uma primeira versão dos respectivos planos de investigação incorporando-os.
> O debate suscitado permitiu, entre outras coisas, avaliar atitudes e crenças relativamente às actividades de investigação em Ciências como percursos construídos, discutidos e reconstruídos, por vezes aparentando "retrocessos", que foi necessário assumir como inerentes ao processo.
> É de salientar a evolução de todos os grupos no sentido pretendido pela Acção, a ritmos e intensidades distintos, verificando-se que os "momentos de desconforto" não constituíram factores de desmobilização, tal como se pôde constatar pelas actividades desenvolvidas durante o período da tarde.
> De tarde, o trabalho dos grupos desenvolveu-se autonomamente em torno do aprofundamento dos percursos investigativos em marcha, designadamente no que se refere às actividades experimentais que neles se incluem. Sempre que necessário, verificaram-se discussões parcelares entre os professores-formandos e os formadores.

Apresenta-se na secção seguinte exemplos que ilustram diversos desenvolvimentos conseguidos por alguns *PG*s – os que implementaram os procedimentos experimentais e/ou laboratoriais necessários ao desenvolvimento dos percursos investigativos concebidos e emergentes das questões de investigação (re)formuladas.

Questões de Investigação e Desenvolvimento de Percursos Investigativos

A evolução verificada no *PG* 1 ilustra a utilidade e importância da construção de *Vês* de Gowin (Trowbridge & Wandersee, 2000) em articulação com a concepção e formulação de procedimentos experimentais e/ou laboratoriais. Com efeito, a questão "Qual é o efeito de diferentes lixiviados no desenvolvimento de plantas de crescimento rápido em solo calcário", carecendo ainda de especificações, formulada por este *PG*, correspondeu à reformulação de versões (ainda) mais gerais ("O que acontece aos lixiviados na Natureza?" e " "Como influenciam os lixiviados o crescimento das plantas?"), respondendo ao solicitado no documento de trabalho 3 (Anexo 1). Este documento de trabalho foi apresentado e distribuído no 1º dia do módulo 2, após a apresentação "do *estado da arte* do trabalho desenvolvido em *PG* desde o início da Acção (durante o 1º módulo e posteriormente)". Salienta-se que se solicitou a referida reformulação após se terem apresentado estes recursos heurísticos e, nesse contexto, se terem distribuído cópias de bibliografia pertinente (Ver Anexo 2) no final da sessão Plenária/t, de 15 de Julho (Ver Tabela 1). Deve referir-se que, simultaneamente, se distribuíram cópias de "Percursos Experimentais" e "Do Trabalho Prático … E Experimental" que agora se incluem no Anexo 1 (após o documento de trabalho 3). Salienta-se que o conteúdo das afirmações referentes a trabalho prático, laboratorial e experimental correspondem a excertos de respostas dos professores-formandos a um questionário para diagnóstico de perspectivas de trabalho prático em ensino e aprendizagem de ciências (Ver Anexo 2).

As sucessivas reformulações das questões sequencialmente apresentadas pelos *PG*, resultaram de articulação entre as questões por eles formuladas originalmente e o delineamento de procedimentos (laboratoriais e/ou experimentais) imaginados por cada *PG*, e discutidos com formadores, quer nas sessões de trabalho em *PG*, quer nas sessões plenárias. Apresentam-se traços gerais de processos de reformulação de questões, inicialmente formuladas na sequência de reflexões partilhadas em *PG* e em plenário, após a referida visita de estudo às centrais de triagem, tratamento e valorização de lixo, e apresentadas na sessão Plenária/ *PG*, no 3º dia do 1º Módulo (ver Tabela 1). Releva-se a utilização de recursos heurísticos, apresentados na sessão Plenária/t desse dia (após a referida Plenária/ *PG*), expressa e deliberadamente estimulada por se reconhecer tratar-se de estratégias para ajudar os professores a repensarem e reformularem as questões orientadores dos seus projectos de investigação.

Dos registos elaborados pelo *PG* 4, e apresentados no relatório referente aos 1º e 2º módulos, constam evidências de que as visitas às centrais de triagem, tratamento e valorização de lixo da Lipor 1 (Ermesinde) e Lipor 2 (Maia) lhes despertaram curiosidade e criaram expectativas, afirmando terem-nas visto "com surpresa e agrado". Consideram que a questão central formulada se enquadra no tema curricular "Viver melhor na Terra" (DEB, 2001b) e, reconhecendo explicitamente diversos tipos de lixo, relevam a importância de aprender a separar os diversos materiais recicláveis e a identificar os respectivos contentores para viabilizar a sua utilização adequada no dia-a-dia. Centram-se nos resíduos orgânicos e na sua possível compostagem para formularem a questão: "Será que diferentes resíduos orgânicos originam fertilizantes com diferentes desempenhos?". Como se referiu, não se trata de uma questão de investigação genuína, uma vez que os seus autores sabiam a resposta. Reconhecendo este facto, reformularam-na e apresentaram procedimentos que visavam recolher dados necessários à elaboração de resposta(s): "1º Compostagem; 2º Testar influência dos fertilizantes obtidos sobre a germinação das sementes de alface". Incluíram um esquema que apontava para a utilização de três recipientes contendo materiais orgânicos diferenciados: "1- Restos de alimentos", "2- Relva" e "3- Mistura das 2 caixas". Posteriormente, tendo em conta procedimentos mais detalhados, que planearam mas não realizaram, referentes a efeitos de eventuais adubos assim obtidos, bem como de misturas destes com solo, com composições variadas, que se centrariam no tempo de germinação das

sementes de alface e no crescimento das plantas respectivas, reformularam aquela questão, propondo-se então utilizar, por força de constrangimentos temporais, sementes de agrião em vez das de alface. Este *PG* elaborou um organizador gráfico (inadequadamente considerado como um mapa de conceitos) em que RSU aparece como um conceito central, de onde emergem os fertilizantes que imaginaram, e um Vê de Gowin, de que se destaca em "Registos" uma listagem de factores considerados para efeitos de observações e medições que, porém e como se referiu, não chegaram a realizar.

Por outro lado, os registos elaborados pelo *PG* 1, apresentados durante a Acção e no seu relatório referente aos mesmos 1º e 2º módulos, evidenciam uma atenção particular a um cenário de problematização centrado em aspectos técnicos referentes a lixiviados, como se ilustra no organizador gráfico aí apresentado, cuja cópia se apresenta em Anexo 3. Como resposta a questões formuladas no documento de trabalho 1, que se apresenta como Anexo 4, explicitaram diversos enquadramentos curriculares possíveis no âmbito de Ciências Naturais e Físico-Químicas e no âmbito de temas organizadores do CNEB e das OCCC (DEB, 2001 a) e b)), designadamente em:

- *Terra em Transformação*: "estudo do solo"; "explicação de alguns fenómenos biológicos e geológicos, atendendo a processos físicos e químicos";
- *Sustentabilidade na Terra*: "compreensão de que a dinâmica dos ecossistemas resulta de uma interdependência entre seres vivos, materiais e processos"; "reconhecimento da necessidade de tratamento de materiais residuais, para evitar a sua acumulação, considerando as dimensões económicas, ambientais, políticas e éticas";
- *Viver Melhor na Terra*: "reconhecimento da contribuição das Ciências para a qualidade de vida, quer na explicação das propriedades dos materiais que nos rodeiam, quer na produção de novos materiais"; "avaliação e gestão de riscos e tomada de decisão face a assuntos que preocupam as sociedades tendo em conta factores ambientais, económicos e sociais".

Já relativamente a reflexões suscitadas pelo documento de trabalho nº 2, que se apresenta como Anexo 5, este *PG* apresentou o seu primeiro Vê de Gowin, em que formulou a questão "Qual é o efeito de diferentes lixiviados no desenvolvimento de plantas de crescimento rápido em solo calcário", seguido da apresentação de um percurso investigativo pormenorizado, em que o recurso a pesquisa bibliográfica é expressamente considerado como indispensável à identificação de pressupostos em que se terão apoiado para elaborar um mapa de conceitos, que se apresenta como Anexo 6.

Da interacção dialéctica entre questões formuladas por este *PG* 1, procedimentos experimentais e laboratoriais planeados e pressupostos teóricos aplicáveis, mais ou menos explicitados nos recursos heurísticos construídos (Vês de Gowin e MCs) e apresentados em plenários, resultaram reformulações das questões orientadoras do percurso investigativo, que se apresentam sequencialmente: "O que acontece aos lixiviados na Natureza? Como influenciam os lixiviados o crescimento das plantas?", "Qual é o efeito de diferentes lixiviados no desenvolvimento de plantas de crescimento rápido em solo calcário", "Quais os limites de tolerância do feijoeiro e do milho ao chumbo em cultura hidropónica?" e, finalmente, "Quais os limites de tolerância do milho ao chumbo?"

O precurso investigativo desenvolvimento e o procedimento experimental planeado e implementado, no qual utilizaram diversas soluções que continham iões chumbo com diversas concentrações, expressas em ppm (50, 100, 200 e 500), numa solução nutritiva para crescimento de plantas em cultura hidropónica, permitiu que este *PG* 1 concluisse que "o crescimento foi decrescente em relação ao aumento da concentração do chumbo na solução, em especial de forma mais acentuada para as duas concentrações mais elevadas: 200ppm e 500 ppm", bem como "que as raízes das plantas que cresceram em solução de chumbo a 200ppm e 500ppm apresentavam alterações morfológicas relativamente às restantes: eram mais finas e mais frágeis".

O *PG* 2, constituído por três professoras a leccionar no EB, onde se incluia uma docente do 1º ciclo (destinado a alunos dos 6 aos 10 anos), apresentou um Vê de Gowin, um MC e um procedimento experimental detalhado, produtos da sua interpretação dos documentos de trabalho 1 e 2 (Anexos 4 e 5), do desenvolvimento das actividades aí propostas e da interacção dialéctica entre as questões que foram formulando, procedimentos experimentais e laboratoriais que foram planeandos e pressupostos teóricos aplicáveis. A última versão da questão orientadora do percurso investigativo que apresentaram, "Que composição de lixo orgânico (fruta, sopa de legumes ou pão) e que substracto (maçã golden ou reineta) serão + eficientes em proliferação microbiológica?", articula-se adequadamente com o percurso experimental que explicitaram e implementaram, cujos resultados apresentaram tendo, com base neles, concluído: "A composição de lixo orgânico mais eficiente em proliferação microbiológica, de entre as estudadas, é a composta por água, à qual foram adicionados restos de sopa de legumes. O substracto mais eficiente em proliferação microbiológica, de entre os dois estudados, é a maçã golden". Destaca-se, como parte da avaliação das actividades desenvolvidas, nos módulos 1 e 2, por este *PG*, referências explíctas à criação de oportunidades e à disponibilidade de recursos de aprendizagem (incluindo-se nestes os próprios formadores): "Queremos ainda realçar a importância que está a ter para nós toda a informação/bibliografia que nos foi sugerida, que nos deu o *background* necessário/suficiente para que pudéssemos desenvolver positivamente o nosso trabalho". Salienta-se uma apreciação positiva e de reconhecimento de que será viável transpor para as suas práticas, enquanto docentes, percursos investigativos idênticos, evidenciada na afirmação: "Temos o sentimento que de facto poderemos transpor para a realidade do nosso dia-a-dia, com os alunos, um percurso de auto aprendizagem semelhante ao que apresentámos nós mesmas".

Conclusões e Implicações

As actividades desenvolvidas pelos professores-formandos nos dois módulos do *Círculo de Estudos* a que este texto se refere e, sobretudo, o modo como se envolveram nelas, em *PG*, nas sessões plenárias e até em intervalos entre sessões, permitem concluir que, em geral, se criaram oportunidades para os professores reflectirem sobre o que consideram ser trabalho prático e como se relaciona com actividades designadas de trabalho experimental, laboratorial e de campo, e, em diversos contextos, discutirem os seus pontos de vista por sua iniciativa e/ou estimulados pelos formadores. Tal como se verificou, no contexto de outras acções de formação semelhantes, envolvendo outros grupos de professores de ciências, constatou-se que aquelas designações não correspondiam a concepções consensuais entre os professores-formandos, pelo contrário. Tal como Pedrosa & Dourado (2000) documentam e concluem, relativamente a um grupo de trinta e dois professores de ciências (seleccionado a nível nacional pelo Departamento do Ensino Secundário, do Ministério da Educação), identificaram-se evidências de utilização indiscriminada das designações *experimental*, *laboratorial* e *prática*, com referência a actividades educativas formais, indiciando que alguns professores-formandos conceptualizariam estas actividades como se de sinónimos se tratasse.
Por outro lado, e no que se refere à formulação de questões para investigação, apesar da diversidade de experiências anteriores em desenvolvimento de projectos, designadamente no âmbito do programa Ciência Viva[2], verificou-se que, apesar de unanimemente terem manifestado apreço por esta actividade e reconhecimento de que centrais de triagem, tratamento e valorização de lixo constituem contextos adequados para ensinar e aprender ciências, sobretudo no EB, em geral, foi difícil para os formandos formularem questões. Consideraram tratar-se de contextos adequados ao desenvolvimento de temas organizadores

[2] Agência Ciência Viva – www.cienciaviva.pt

do CNEB (DEB, 2001a), sendo “Sustentabilidade na Terra” e “Viver Melhor na Terra” os mais referidos, por vezes com base em argumentos que remetiam para as OCCFN para o 3º ciclo (DEB, 2001b).

Os professores-formandos foram efectivamente estimulados a desenvolverem e consolidarem competências necessárias para formularem problemas pertinentes e relevantes numa perspectiva de educação para a sustentabilidade centrada em problemáticas de lixo, mais especificamente em resíduos sólidos urbanos (RSU), como evidenciam os relatórios dos *PG* referentes a estes dois módulos e os comentários ao modo como as actividades foram sendo desenvolvidas, elaborados pelos formadores ao longo do *Círculo de Estudos*. Criaram-se oportunidades para, numa perspectiva de educação para a sustentabilidade a nível local, nacional e global, em particular de sustentabilidade ecológica, clarificar e discutir dimensões científicas e tecnológicas de problemáticas de RSU visando contribuir para melhor compreenderem fundamentos (científicos e sociais) para políticas de separação de RSU numa perspectiva proactiva de incentivo a boas práticas dos cidadãos no desempenho das tarefas que lhes cabem nesses processos. Problemáticas de RSU englobam dimensões científicas e tecnológicas que importa clarificar e discutir com professores de ciências, criando contextos e oportunidades para se envolverem activamente em trabalho cooperativo de que emirja o reconhecimento da importância de abordar estas problemáticas em educação em ciências, apreciando, aprofundando e consolidando ideias importantes neste âmbito, que os motivem para orientar os seus alunos em processos semelhantes estimulando-os a envolverem-se neles.

As actividades realizadas e as metodologias adoptadas no *Círculo de Estudos* revelaram-se adequadas, embora os níveis de desempenho dos professores-formandos fosse diversificado, especialmente no que se refere à realização dos percursos investigativos planeados, discutidos e reformulados nas sessões presenciais. Dados os constrangimentos temporais das sessões presenciais, a realização dos ensaios experimentais e/ou laboratoriais planeados pelos *PG* deveria fazer-se fundamentalmente em sessões não presenciais organizadas pelos próprios *PG* (com apoio de formadores, se necessário), o que se verificou acontecer na maioria dos casos. Todavia, alguns *PG* não o fizeram, ou fizeram-no insuficientemente com implicações negativas nas suas aprendizagens e vivências de aspectos importantes de percursos investigativos, complementares dos explorados nas sessões presenciais.

Numa perspectiva de sustentabilidade ecológica, uma das dimensões de educação para desenvolvimento sustentável (UNESCO, 2005), importa abordar problemáticas actuais, pessoal e socialmente relevantes, em diversas perspectivas, das locais às globais, de que RSU constitui crucial exemplo. Trata-se de um assunto relativamente ao qual 22 % dos cidadãos Europeus, inquiridos em 2002, se diziam muito preocupados e sobre o qual, 49% afirmou considerar-se “bem informado” ou “informado”, pese embora apenas 5% ter referido escolas/instituições educativas como fontes de informação sobre questões ambientais, enquanto a televisão foi referida por 81 %, jornais por 52 % e filmes/documentários por 25 % (EC, 2003). Importa mudar esta situação no que se refere ao papel das escolas como fonte de informação e meio de construção de conhecimento respondendo positivamente às necessidades e propósitos de educação para todos, em particular de educação científica para todos, em articulação com os papéis dos cidadãos em regimes democráticos, a diversos níveis, do local ao global. Estes representam desafios novos e complexos que se colocam aos professores de ciências, em particular no EB. Para os enfrentar devem valorizar exercícios quotidianos de cidadania, designadamente requerendo que os alunos aprendam a trabalhar cooperativamente, pois tais exercícios realizam-se em ambientes sociais e requerem oportunidades para desenvolver competências de interacção social e de resolução de problemas (CCE, 2005), praticando-as (Pedrosa & Leite, 2005).

Democracia entendida como exercício da capacidade de escolher é muito mais abrangente, complexa e exigente do que democracia formal entendida como confinada a quadros de

opções político-partidárias, pelo que ensinar a escolher é "uma tarefa importante da educação para a paz e a democracia" (Tedesco, 1999, p.102), ainda que represente um desafio da sociedade, em geral, não apenas das instituições educativas e dos professores. Trata-se de um desafio essencial que urge enfrentar numa perspectiva de educação para o desenvolvimento sustentável (UNESCO, 2005), que requer o desenvolvimento de múltiplas competências, de que se destaca "solidariedade activa entre os membros do grupo, e o desenvolvimento da capacidade de escutar" (Tedesco, 1999, p.102), porque são essenciais para desenvolver eficientemente trabalho em equipa, "constituem, entre outros, os elementos centrais desta pedagogia que deve ser desenvolvida do ponto de vista teórico e prático" (*Ibid*.). Essencial para tanto será também que os próprios professores vivenciem episódios orientados por tal pedagogia, de modo a que reconheçam diferenças relativamente às tradicionais, a apreciem positivamente e tenham oportunidades de a transpor para as suas práticas lectivas com níveis adequados de conforto e satisfação, de modo a mudar também a cultura de trabalho dos professores – de uma cultura de trabalho individual e isolado para trabalho cooperativo e colaborativo. Nos módulos 1 e 2 do *Círculo de Estudos*, a que se refere este artigo, procurou-se, para além do já referido, também proporcionar aos professores-formandos oportunidades para vivenciarem episódios orientados por tal pedagogia, enquanto no módulos 3 (a apresentar, descrever e discutir futuramente) se pretendeu contribuir para que a transpusessem para as suas práticas lectivas com níveis adequados de conforto e satisfação, de modo a que tais vivências se repercutissem em mudanças na cultura de trabalho dos professores-formandos.

Referências bibliográficas

Ashley, M. (2000). Science: an unreliable friend to environmental education. *Environmental Education Research*, 6(3), 269-280.

CCE (Comissão das Comunidades Europeias) (2005). *Recomendação do Parlamento Europeu e do Conselho sobre as competências-chave para a aprendizagem ao longo da vida* (apresentada pela Comissão) COM 548 final 2005/0221(COD) [12/06/2006] http://ec.europa.eu/education/policies/2010/doc/keyrec_pt.pdf

DEB (2001b). *Ensino Básico: Ciências Físicas e Naturais – Orientações Curriculares para o 3º Ciclo do Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação. http://www.deb.min-edu.pt/public/compessenc_pdfs/pt/CienciasFisicasNaturais.pdf

DEB (Departamento do Ensino Básico) (2001a). *Currículo Nacional do Ensino Básico: Competências essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Básico. http://www.deb.min-edu.pt/fichdown/livrocompetencias/LivroCompetenciasEssenciais.pdf

Dourado, L., & Freitas, M. (Coord.). (2000). *Concepção e Concretização das Acções de Formação I*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário. http://www.dgidc.min-edu.pt/public/ciencias/publicacoes_concepcao_1.pdf

EC (European Commission) (2003). *The environment? What Europeans think – 2002*. Luxembourg: Office for official publications of the European Communities. http://europa.eu.int/comm/environment/pubs/pdf/brochure_en.pdf

Elshof, L. (2005). Teacher's Interpretation of Sustainable Development. *International Journal of Technology and Design Education*, 15, 173–186.

Lee, O., Buxton, S. L., & LeRoy, K. (2006). Science Inquiry and Student Diversity: Enhanced Abilities and Continuing Difficulties After an Instructional Intervention. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(7), 607-636.

Mintzes, J. J., Wandersee, J. H., Novak, J. D. (Eds) (2005). *Ensinando ciência para a compreensão – uma visão construtivista*. Lisboa: Plátano Editora.

Moje, E. B., Collazo, T., Carrillo, R., & Marx, R. W. (2001). "Maestro, What is ´Quality´?": Language, and Discourse in Project-Based Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(4), 469-498.

O'Neill, D. K., Polman, J. L. (2004). Why Educate ''Little Scientists?'' Examining the Potential of Practice-Based Scientific Literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(3), 234-266.

Pedrosa, M. A. & Dourado, L. (2000). Trabalho Prático Experimental no Ensino das Ciências–Pontos de Vista dos Professores-Formandos antes do *Programa*. *In* Dourado, L., & Freitas, M. (Coord.). *Concepção e Concretização das Acções de Formação I*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, 58-83. http://www.dgidc.min-edu.pt/public/ciencias/publicacoes_concepcao_1.pdf

Pedrosa, M. A. & Leite, L. (2005). Educação em Ciências e Sustentabilidade na Terra: Uma análise das Abordagens Propostas em Documentos Oficiais e Manuais Escolares. *XVIII Congreso de ENCIGA* (edição em CD-ROM –ISSN: 0214-7807; Deposito Legal: LU/537-89; Nº 58; COMUNICACIÓNS PDF "Pedrosa LLeite, Educaçao en Ciencias, Ponencia"),1-17.

Pedrosa, M. A. (2000). Planificação de Actividades Práticas de Ciências e Estruturação Conceptual. *In* Serra, J. M. (Coord.). *Materiais Didácticos I*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário, 19-42. http://www.dgidc.min-edu.pt/public/ciencias/publicacoes_mat_did_1.pdf

Pedrosa, M. A., Gonçalves, F., Henriques, M. H., Mendes, P. (2004). (Re)Pensando Educação Científica – Problemáticas de Lixo e Ensino das Ciências. *In* Martins, I. P., Paixão, F., & Vieira, R. M. (Org.). *III Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências: Perspectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência*. Aveiro: Universidade de Aveiro, 109-116.

Tal, T., Krajcik, J. S., & Blumenfeld, C. F. (2006). Urban Schools´ Teachers Enacting Project-Based Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(7), 722-745.

Tedesco, J. C. (1999). *O novo pacto educativo*. Vila Nova de Gaia: Fundação Manuel Leão.

Trowbridge, J. E., Wandersee, J. H. (2000). Organizadores Gráficos Guiados Pela Teoria. In Mintzes, J.J., Wandersee, J. H., Novak, J. D. *Ensinando Ciência para a Compreensão – Uma Visão Construtivista*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

UNESCO (2002). Teaching and Learning for a Sustainable Future. A Multimedia Teacher Education Programme. Em http://www.unesco.org/education/tlsf/ (online: 04/05/2004)

UNESCO (2005). Draft International implementation scheme for the United Nations Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014). Paris: UNESCO. [11/03/2006] http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001403/140372e.pdf

UNITWIN/UNESCO, INTEI (International Network of Teacher-Education Institutions) (2005). *Guidelines and Recommendations for Reorienting Teacher Education to Address Sustainability*. Paris: UNESCO, Education for Sustainable Development in Action, Technical Paper nº 2. [10/03/2006] http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001433/143370E.pdf

Anexo 1

DOCUMENTO DE TRABALHO N.º 3
7 de Julho de 2003

Redefinição e especificação de questões-problema

A- Partindo dos Vês de Gowin e mapas de conceitos já elaborados e, assumindo-se como professor(a) de Ciências dos 4º ou 11º B grupos, discuta-os tendo em vista, se necessário, a sua reformulação. Para tanto, sugerem-se as seguintes questões para reflexão/discussão.

1) A questão-problema formulada permitirá traçar um percurso investigativo? Qual?
2) Qual a relevância do planeamento e execução desse percurso?
3) Que dimensões experimentais e laboratoriais estarão envolvidas?
4) Que ensaios laboratoriais, actividades de campo e/ou experiências controladas prevê necessários para a sua implementação?

B- Para o desenvolvimento da sua actividade, cada pgbd dispõe também dos documentos de apoio "Percursos Experimentais", "Do trabalho prático e experimental" e "Qué es lo que hace difícil una investigación?"(*Alambique*, Grau, R. 1994, pp 27-35)

C- A síntese a apresentar em plenário deverá centrar-se nos Vês de Gowin e mapas de conceitos (reformulados) devendo-se explicitar e especificar:

- bibliografia
- experiências controladas
- actividades de campo
- procedimentos laboratoriais
- materiais e equipamentos
- dinâmica de trabalho a adoptar para as etapas que ainda falta completar para o percurso investigativo, nomeadamente:
  - ♦ actividades a desenvolver posteriormente;
  - ♦ formas organizativas previstas por cada pgbd para o seu desenvolvimento;
  - ♦ recursos para tal requeridos e, se necessário, formas de os reunir.

Documento de Apoio 1 – 15, 16 e 17 de Julho de 2003

Percursos Experimentais[3].

Esquematica e sinteticamente, explicitam-se etapas, a considerar interactiva e dialecticamente, em abordagens investigativas transponíveis para contextos escolares de ensino das ciências:

1. Identificação e caracterização de problemas despertados pela apreciação *in loco* da Estação de Separação e Valorização de Resíduos Sólidos Urbanos (LIPOR I e II), ou outros sistemas correlacionados, passíveis de reflexão e aprofundamento atendendo designadamente a necessidades de:
   - formação e desenvolvimento profissional;
   - contextualização do ensino das ciências e consideração explícita de interrelações CTS;
   - valorização de percepções e conhecimento prévio de aprendizes;
   - preparação e desenvolvimento de abordagens investigativas, tendo em vista aprendizagens significativas e promoção de cultura científica

2. Selecção de sistema(s), ou de aspectos parcelares, a investigar e sua fundamentação.

3. Identificação de conhecimento relevante e de fontes de informação para tratamento subsequente às escolhas feitas em 2.

4. Formulação de hipóteses a testar em laboratório, campo, sala de aula, etc.

5. Elaboração de um plano de investigação e distribuição de tarefas específicas pelos membros do *pg*, se necessário.

6. Previsão de dados a recolher e/ou de resultados a obter.

7. Execução de plano(s) de investigação, se e quando necessário.

8. Confronto entre previsões e dados e/ou resultados.

9. Interpretação das discrepâncias identificadas em 8.

10. Redefinição e reformulação de etapas que, decorrendo de 8 e de 9, se julgue necessário ou importante, e nova execução de plano(s) de investigação, se e quando necessário.

[3] Adaptado do documento produzido por: M. Arminda Pedrosa, António Veríssimo, Rui Girão Ribeiro e utilizado no "Programa de Formação no Ensino Experimental das Ciências" – promovido pelo DES, em 1999.

Documento de Apoio 2 – 15, 16 e 17 de Julho de 2003

Do Trabalho Prático ...
e Experimental

Aprendendo a Ensinar Ciências para a Compreensão numa Perspectiva Investigativa

Trabalho Prático...

Entendo que é trabalho que tem por base a resolução de uma série de questões.

É um trabalho em que os alunos realizam tarefas propostas pelo professor. Deixa de ser agente passivo na aula.

Trabalho que envolve pequenas actividades sem necessidade de grande material, para aplicação ou não de conhecimentos teóricos.

Pressupõe a resolução de um problema. Podem ser usadas metodologias do trabalho laboratorial, de campo, experimental e outras.

Aplicação prática de conceitos teóricos.

É trabalho que tem por base a resolução de uma série de questões.

Trabalho Laboratorial...

Trabalho de investigação, ao qual é inerente a realização de pesquisas, recolha de informação etc.

Trabalho formal onde o aluno realiza uma determinada tarefa que pode ser experimental ou não.

Uma das fases do trabalho experimental. Implica o uso de instrumentos, objectos, métodos e técnicas específicos.

Em pequenos grupos pretende-se confirmar uma teoria utilizando diferentes montagens no laboratório.

Trabalho desenvolvido em laboratório ou sala de aula que envolva materiais específicos (instrumentos).

Trabalho Experimental...

Poderá ocorrer sem recurso ao laboratório.

Realização de actividades práticas efectuadas na sala de aula recorrendo a uma experiência centrada.

Geralmente associado ao laboratório, à execução de uma "receita"/tarefa.

Implica experimentação. De forma explícita ou implícita, requer a passagem pelas várias etapas do método experimental: observação, utilizando todos os sentidos, formulação de um "problema", formulação de hipóteses explicativas, sua experimentação, verificação…

Trabalho onde os alunos "constroiem" o seu próprio saber, baseando-se em conhecimentos prévios ou até pela descoberta.

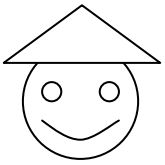
Será um trabalho laboratorial de natureza mais demonstrativa.

Perante um problema e para o solucionar, poderão formular-se várias hipóteses. O trabalho experimental corresponde a testar cada uma dessas hipóteses, no sentido de a confirmar ou não. Ao se testar cada hipótese pode ser feito trabalho laboratorial e/ou trabalho de campo, ou outros.

Actividades experimentais em resolução de problemas...
Problematizando conhecimento do dia-a-dia

O açúcar dissolve-se na água. O que pode contribuir para que se dissolva mais depressa???

1. Discussão

O que posso fazer variar....	O que posso medir.... 
O tamanho do grão do açúcar A porção de açúcar O tempo de agitação A temperatura da água O volume de água	O tempo que demora a dissolver-se

2. Previsão (o que suponho que vai acontecer…)

3. Planeamento da experiência (escolha das variáveis)

O que vou fazer variar: (variável independente) Temperatura da água	O que vou medir: (variável dependente) O tempo que leva a dissolver

O que vou manter constante:
(variáveis de controlo))

Porção de açúcar
Tempo de agitação
Volume de água
Tamanho do grão de açúcar

4. Questão central

"Quando vario a *temperatura*, o que acontece ao tempo que o açúcar leva a dissolver?"

5. Registo de observações

Em tabelas...

Temperatura (ºC)	Tempo (s)

... ou em gráficos

6. Conclusões

Dissolve-se mais depressa à medida que a temperatura da água aumenta.

7. Validade das conclusões (margem de erro)

Anexo 2

ACÇÃO DE FORMAÇÃO

COIMBRA

"Aprendendo a Ensinar Ciências para a Compreensão numa Perspectiva Investigativa"

FORMADORES:

Professora Doutora M. Arminda Pedrosa – Universidade de Coimbra
Professora Doutora M. Helena Paiva Henriques – Universidade de Coimbra
Professor Doutor Paulo Mendes – Universidade de Coimbra
Professor Doutor Fernando Gonçalves – Universidade de Aveiro

1.º MÓDULO – 22, 23, e 24 de Abril de 2003

PROGRAMAÇÃO

1.º Dia – Terça-feira, 22 de Abril de 2003

09h:30min/10h:30min – Apresentação no Auditório da Escola Eugénio de Castro.

– Introdução. Apresentação dos objectivos e metodologias da Acção. Informações gerais.

– Diagnóstico relativo a perspectivas de trabalho prático em ensino e aprendizagem de ciências.

10h:30min/11h:00min – Café

11h:00min/12h:00min – Plenário: ***O problema dos problemas*** em ensino e aprendizagem das Ciências. Ensinar Ciências numa perspectiva construtivista.
Distribuição de documentos de apoio (Didáctica de ciências, Organizações internacionais, e.g., UNESCO, Organizações nacionais e ONGs, lixos ...)

12h:00min/13h:00min – Almoço.

13h:00min – Saída para a visita a centrais de tratamento e valorização de lix*o* LIPOR 1 e 2 - Serviços Intermunicipalizados de Gestão de Resíduos do Grande Porto (http://www.lipor.pt).

18h:30min – Regresso a Coimbra

2.º Dia – Quarta-feira, 23 de Abril de 2003

09h:30min/10h:30min – Trabalho em pequenos grupos, de preferência bidisciplinares (pgbd), recorrendo à utilização de orientadores de discussão (**1.º Documento de Trabalho**).
10h:30min/11h:00min – Café
11h:00min/12h:30min – Continuação do trabalho em pgbd; preparação de sínteses a apresentar em plenário.

12h:30min/14h:00min – Almoço

14h:00min/15h:30min – **Plenário**: apresentação das ideias consensuais, ou não, debatidas nos pgbd; debate alargado.
15h:30min/16h:00min – Café

16h:00min/17h:30min – Trabalho em pgbd. Problematização a partir da saída de campo - selecção e formulação de problemas, recorrendo à utilização de orientadores de discussão **(2.º Documento de Trabalho)**.

3.º Dia – Quinta-feira, 24 de Abril de 2003

09h:30min/10h:30min – Continuação do trabalho em pgbd.
10h:30min/11h:00min – Café
11h:00min/12h:30min – Continuação do trabalho em pequenos grupos disciplinares pgbd; preparação de sínteses a apresentar em plenário.

12h:30min/14h:00min – Almoço.

14h:00min/16h:00min – Plenário: apresentação das ideias debatidas nos pgbd
- no sentido de identificar problemas a investigar.
- relativas a problemas de aprendizagem detectados e de algum modo relacionados com estes probelmas.

Debate alargado.

16h:00min/16h:30min – Café

16h:30min/17h:30min – Plenário.
– Apresentação de recursos para articulação de conhecimento teórico-conceptual e prático-processual – Vês de Gowin (VG) e mapas de conceitos (MC). Debate.

– Explicitação de desenvolvimentos necessários e esperados até ao próximo ciclo de sessões presenciais, 2.º e 3.º módulos.

17h:30min – Encerramento do Módulo 1.

Anexo 3

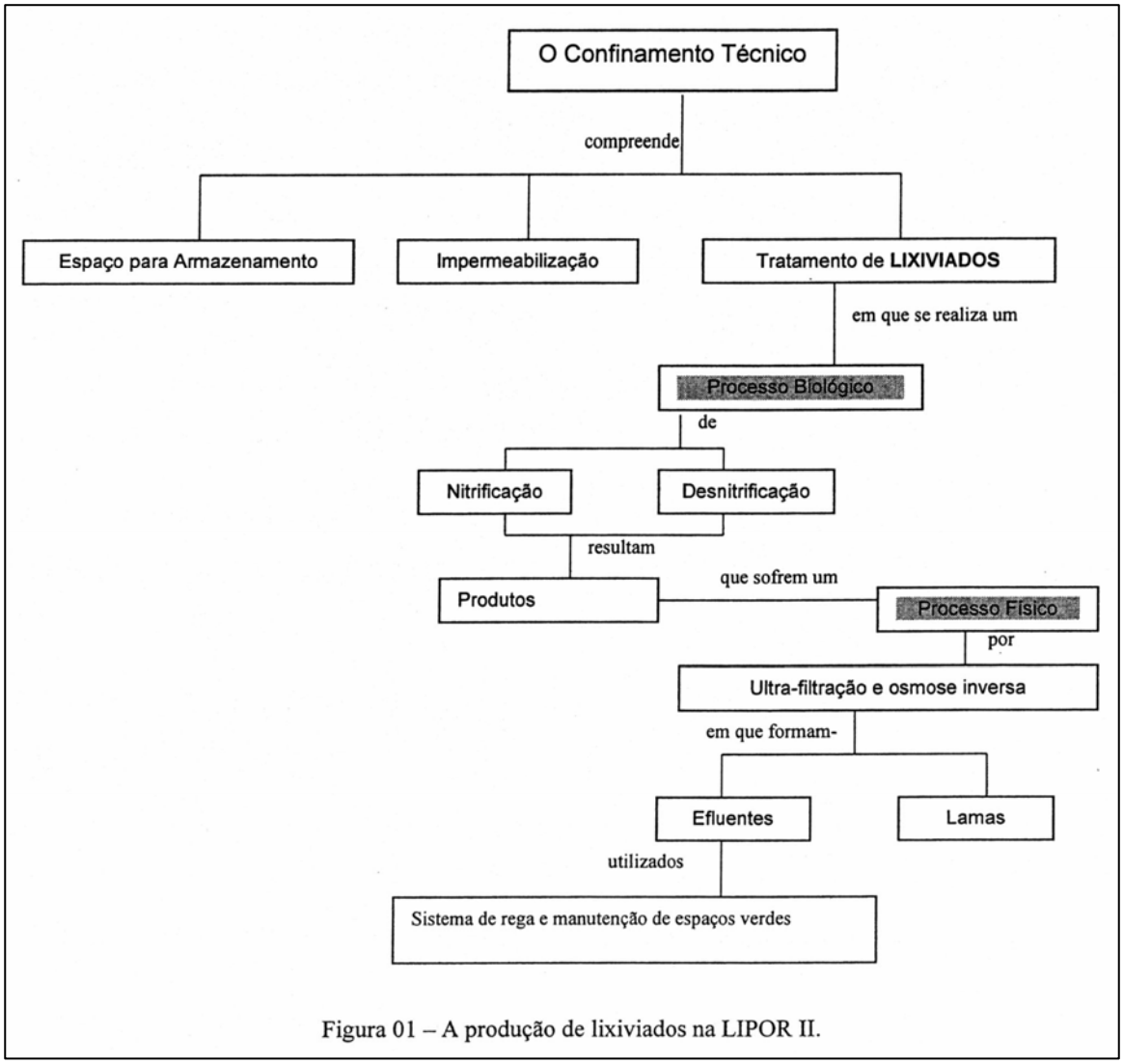


Figura 01 – A produção de lixiviados na LIPOR II.

Anexo 4

DOCUMENTO DE TRABALHO N.º 1
23 de Abril de 2003

Como Professor(a) de Ciências,
do 4º ou 11º Grupos …

1. Como viu, e vê, as actividades que lhe foram propostas para o 1º dia?
2. Como se envolveu nelas?
3. Considera que os cenários que visitou podem ser utilizados no ensino das Ciências? Como?

2. Que propósitos definiria para a visita?

1. Que espaços escolheria?

Se *organizasse uma visita*, àqueles locais, para os seus alunos...

3. Como prepararia e organizaria a visita?

4. Como a exploraria subsequentemente?

Considera algum, ou alguns, destes espaços particularmente adequado(s) a:
- Ensino de algum, ou alguns, anos de escolaridade? Porquê?
- Alguma, ou algumas, disciplinas? Porquê?

Anexo 5

DOCUMENTO DE TRABALHO N.º 2, 23 de Abril 2003

PROBLEMATIZAÇÃO

1- Qual o contexto de problematização - especifique os objectos seleccionados para investigação (LIPOR I, LIPOR II, espaços particulares destas, etc)?

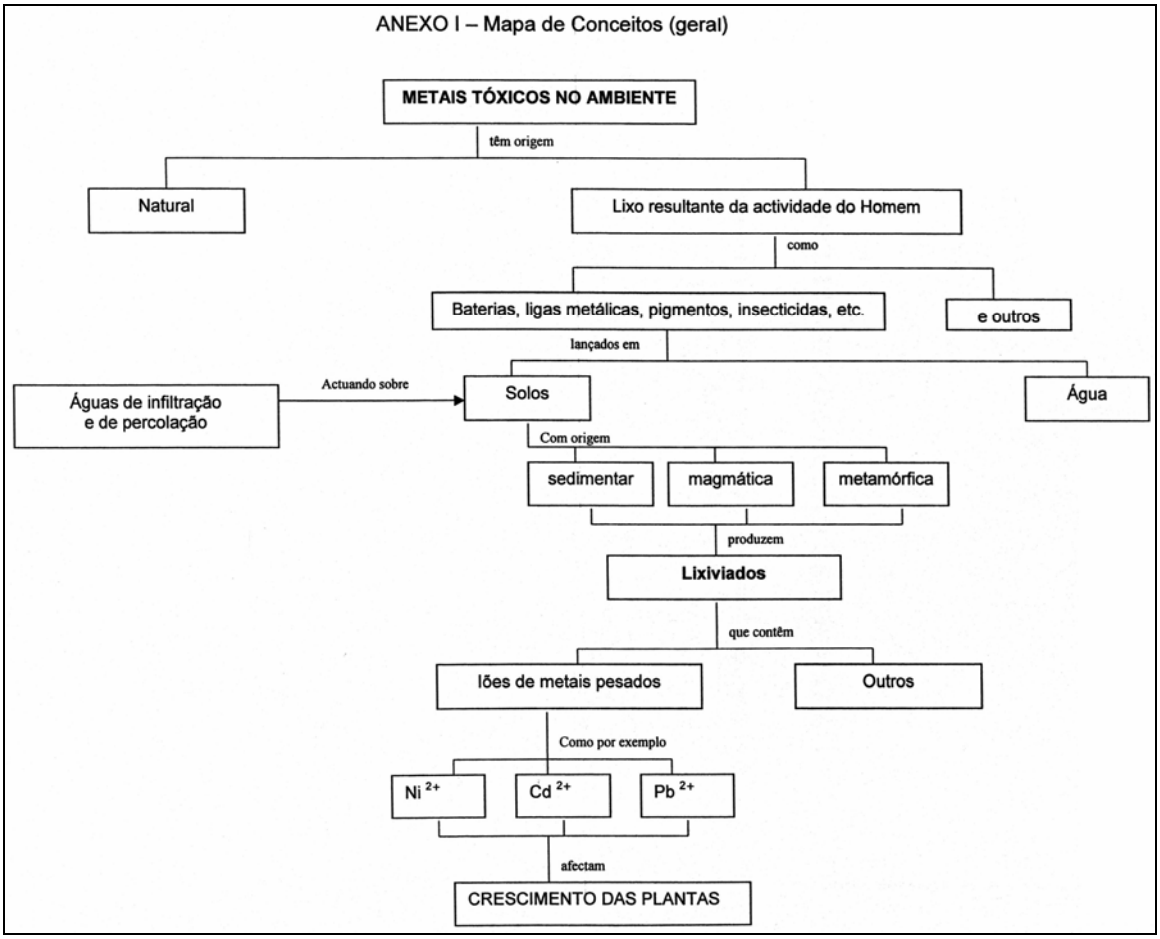
2- A questão central, identificada e formulada, tem enquadramento curricular? Especifique.

3- A questão central, identificada e formulada, contribuirá para ajudar a resolver problemas de aprendizagens diagnosticados nas aulas de Ciências?

***Para a questão central, identificada e formulada*:**

- Será exequível encontrar algumas respostas no decurso da Acção?
- Será, em termos de conteúdos versados e processos envolvidos, transponível para cenários escolares reais? Como?
- Os recursos e equipamentos necessários são do tipo dos existentes, ou que seja razoável esperar que venham a existir nas escolas secundárias?
- Em que medida as Ciências (Biologia/Física/ Geologia/Química) podem, no decurso do processo de investigação, contribuir para:
  - ♦ Construir as respostas necessárias? Como?
  - ♦ Identificar outras questões pertinentes?

Anexo 6


ANEXO I – Mapa de Conceitos (geral)
METAIS TÓXICOS NO AMBIENTE
têm origem
Natural
Lixo resultante da actividade do Homem
como
Baterias, ligas metálicas, pigmentos, insecticidas, etc.
e outros
lançados em
Águas de infiltração e de percolação
Actuando sobre
Solos
Água
Com origem
sedimentar
magmática
metamórfica
produzem
Lixiviados
que contêm
Iões de metais pesados
Outros
Como por exemplo
Ni 2+
Cd 2+
Pb 2+
afectam
CRESCIMENTO DAS PLANTAS