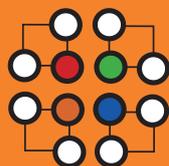


ENSINO EXPERIMENTAL DAS CIÊNCIAS

CONCEPÇÃO E CONCRETIZAÇÃO
DAS ACÇÕES DE FORMAÇÃO . 1



eec
ensino experimental
ciências

ENSINO EXPERIMENTAL DAS CIÊNCIAS

CONCEPÇÃO E CONCRETIZAÇÃO DAS
ACÇÕES DE FORMAÇÃO

1

As opiniões expressas nos textos apresentados nesta publicação são da responsabilidade dos autores e não reflectem necessariamente a opinião do Departamento do Ensino Secundário ou do Ministério da Educação

Ensino Experimental das Ciências
Concepção e Concretização das Acções de Formação 1

Coordenação

Luís Dourado
Mário Freitas

Autores

António Mateus
António Veríssimo
Luís Dourado
M. Arminda Pedrosa
Mário Freitas
Rui Ribeiro

Índice

- 7 Nota de abertura
- 9 Prefácio
- 11 1. Contextualização geral das acções de formação
Luís Dourado, Mário Freitas
Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho
- 13 1.1. Introdução
- 14 1.2. Objectivos do Programa de Formação do Ensino Experimental das Ciências (PFEEC)
- 15 1.3. Constituição e início do funcionamento do Grupo de Trabalho/Grupo de Formadores (GTF)
- 15 1.4. Selecção dos formandos
- 16 1.5. Esquema geral e calendarização das acções de formação
- 18 1.6. Descrição sumária do plano de formação
- 35 2. Perspectivas subjacentes ao “Programa de Formação no Ensino Experimental das Ciências”.
M. Arminda Pedrosa, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
António Mateus, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
- 37 2.1. Breve história da génese desta formação
- 39 2.2. Porquê estas acções de formação no ensino experimental das Ciências?
- 41 2.3. Porquê intervir... problemas no ensino das Ciências?
- 42 2.4. Mudanças desejáveis no ensino das Ciências — pressupostos e (algumas) propostas
- 45 2.5. A proposta da Mina de S. Domingos como objecto de estudo e contexto vivencial
- 49 3. A Mina de S. Domingos como objecto de estudo
António Veríssimo, Rui Ribeiro
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
- 52 3.1. A Mina de S. Domingos
- 55 3.2. A Mina de S. Domingos como objecto ideal para o ensino/aprendizagem em Ciências
- 57 4. Trabalho prático e experimental no ensino das Ciências
Pontos de vista dos professores – formandos antes do Programa
M. Arminda Pedrosa, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
Luís Dourado, Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho
- 59 4.1. Introdução
- 62 4.2. Propósitos
- 63 4.3. Metodologia
- 63 4.4. Análise e tratamento das respostas dos formandos ao questionário
- 65 4.5. Resultados e análise das respostas
- 75 4.6. Discussão e conclusões preliminares

Nota de Abertura

DOMINGOS FERNANDES

Director do Departamento do Ensino Secundário

Concepção e Concretização das Acções de Formação 1

A brochura *Concepção e Concretização das Acções de Formação 1* é a segunda de um conjunto de cinco publicações que o DES faz chegar a todas as Escolas com ensino secundário.

Esta brochura caracteriza e descreve o conjunto de 6 acções de formação (4 acções na modalidade de Oficina de Formação e duas na modalidade de Seminário) que o DES promoveu nos meses de Junho a Dezembro de 1999, nas Escolas Secundárias de Sá da Bandeira e Dr. Ginestal Machado, em Santarém, e na Mina de S. Domingos.

O apoio à formação de professores tem merecido uma especial atenção por parte do DES, contribuindo para a constituição de uma rede de professores de Ciências e de escolas na promoção de uma relação com o conhecimento e com o saber que seja mais prática e concreta.

Pretende-se, desta forma, dar a conhecer experiências e actividades desenvolvidas no âmbito do projecto de Formação no Ensino Experimental das Ciências – Formação de Acompanhantes Locais das Ciências, promovido por este Departamento em parceria com as Associações de Professores e Sociedades Científicas.

Esta publicação juntamente com o Tomo 2, que sairá em breve, constitui o portfolio de uma formação de professores que, com as devidas adaptações, poderá constituir mais um elemento de apoio à formação a desenvolver no âmbito dos Centros de Formação das Associações de escolas do país ou de outras entidades promotoras de formação.

Aos autores desta brochura, bem como aos Acompanhantes Locais das Ciências que empenhadamente se envolveram neste projecto, aqui deixamos, em nome de todos os que dele poderão vir a beneficiar, o nosso maior agradecimento.

O Director
Domingos Fernandes

Prefácio

LUÍS DOURADO, MÁRIO FREITAS

Coordenadores

O ensino experimental das ciências constitui uma das prioridades da Revisão Curricular anunciada pelo Ministério da Educação. Foi neste sentido que, em 1999, no âmbito da Comissão de Acompanhamento do Ensino das Ciências do Departamento do Ensino Secundário, se delineou um Programa de Formação no Ensino Experimental das Ciências (PFEEC).

A Brochura 1, (tomos 1 e 2), aborda tudo o que diz respeito à conceptualização, preparação, concretização e avaliação das três acções de formação que integraram uma primeira fase do referido programa.

Este tomo 1 inclui os aspectos referentes à conceptualização, desenho e calendarização das acções de formação, bem como outros aspectos referentes à sua preparação (nomeadamente, avaliação diagnóstica dos formandos), e está organizado da forma que passa a enunciar-se.

No primeiro capítulo, *Contextualização Geral das Acções de Formação*, é feito um breve historial da génese e início da implementação do Programa de Formação no Ensino Experimental das Ciências. São enunciados os seus objectivos, descreve-se a constituição e início de funcionamento do Grupo de Trabalho (responsável pela conceptualização e implementação do Programa) bem como o processo de selecção dos formandos. É também apresentado o esquema conceptual e metodológico geral, a calendarização e a descrição sumária das acções de formação.

No segundo capítulo, *Perspectivas subjacentes ao Programa de Formação no Ensino Experimental das Ciências*, é apresentada uma breve história da génese da formação (que aborda, por vezes, aspectos já referidos no capítulo anterior, mas com uma explicitação própria dos seus autores que eles julgaram necessária à compreensão das outras partes do artigo). Os autores também pretenderam dar resposta às seguintes questões: "Porquê estas Acções de Formação no Ensino Experimental das Ciências?"; "Porque Intervir ... Problemas no Ensino das Ciências", "Mudanças Desejáveis no Ensino das Ciências – pressupostos e (algumas) propostas" e "A Proposta da Mina de S. Domingos como Objecto de Estudo e Contexto Vivencial".

No terceiro capítulo, *A Mina de S. Domingos como objecto de estudo*, é caracterizada a Mina de S. Domingos e são apresentadas as razões que justificaram a sua escolha como objecto adequado à abordagem subjacente aos propósitos do programa de formação.

No quarto capítulo, *Trabalho Prático Experimental no Ensino das Ciências – Pontos de Vista dos Professores-Formandos antes do Programa*, são apresentados alguns resultados que reflectem os pontos de vista sobre trabalho prático, experimental, laboratorial e de campo manifestados pelos professores-formandos antes do iniciarem a sua participação no "Programa de Formação no Ensino Experimental das Ciências", obtidos através da análise das respostas ao questionário de detecção de convicções e crenças sobre trabalho prático.

No tomo 2, a sair brevemente, incluem-se os aspectos referentes à concretização e avaliação das acções de formação. Nesse contexto será feito um relato etnográfico do conjunto das actividades realizadas nas três acções, serão apresentados os resultados dos percursos investigativos implementados e sua importância formativa, os resultados da avaliação por formandos e formadores e, ainda, uma reflexão crítica sobre toda a actividade desenvolvida e sugestões e recomendações para o futuro.

Embora a estrutura global dos dois tomos da brochura 1 seja da responsabilidade dos coordenadores (tendo, posteriormente, sido ratificada pelo Grupo de Formadores), foram respeitadas as opções dos autores de cada capítulo, pelo que o texto publicado é da sua exclusiva responsabilidade.



Contextualização Geral
das Acções de Formação

1. Contextualização Geral das Acções de Formação

LUÍS DOURADO, MÁRIO FREITAS

Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho

1.1 Introdução

O ensino experimental das ciências constitui uma das prioridades da Revisão Curricular, a qual se consubstancia numa das cinco medidas anunciadas pelo Ministério da Educação, onde se refere a reorganização dos Cursos Gerais, favorecendo a integração das dimensões teórica e prática. O ensino experimental das ciências é, contudo, uma questão que pode gerar alguma polémica, não só pela tradicional valorização da teoria em detrimento da prática, como também pelas implicações que a implementação do mesmo tem, quer ao nível dos recursos humanos (insuficiente formação de professores nesta perspectiva, não existência de funcionários de laboratório, etc.), quer no âmbito dos recursos materiais (em particular, existência de instalações e equipamento adequados).

Apesar de, por si só, os dois últimos aspectos justificarem a concepção de projectos que, de algum modo, contribuam para contrariar o rumo historicamente tomado pela educação em ciências em Portugal, importa, simultaneamente, promover a divulgação de uma visão integrada do conhecimento científico, reflectindo sobre as suas potencialidades e limitações, tanto a nível epistemológico, como social e humano, repensando o papel das ciências na educação/ensino de saberes. Tal implica, necessariamente, fomentar a criação de condições propícias a uma articulação íntima entre as várias áreas disciplinares (em termos curriculares e, inclusivamente, na optimização dos recursos humanos e materiais disponíveis em cada escola), assim como apostar em metodologias inovadoras que valorizem os vários ciclos de ensino/aprendizagem em ciências, reforçando a componente experimental e as interligações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. Desta forma, qualquer que seja a modalidade formativa a implementar em conjunção com os futuros currículos escolares, ela deverá ser previamente trabalhada em acções de formação/reflexão que, funcionando simultaneamente como projectos de investigação em ensino/aprendizagem das ciências, concorram para a aquisição de competências imprescindíveis à construção de percursos verdadeiramente alternativos na educação/ensino das ciências.

Neste sentido foi criado, no âmbito da Comissão de Acompanhamento do Ensino das Ciências do Departamento do Ensino Secundário, um Programa de Formação no Ensino Experimental das Ciências (PFEEC).

1.2. Objectivos do Programa de Formação no Ensino Experimental das Ciências (PFEEC)

Numa primeira fase, o referido programa correspondeu à conceptualização e concretização de três acções de Formação destinadas aos professores de Física, Química, Biologia, Geologia (grupos 4ºA e B e 11ºB). Com este plano de formação pretendeu-se dar formação especializada a professores que, numa 2ª fase, deverão dar apoio nas escolas da sua área pedagógica, constituindo uma rede de acompanhantes que se deseja possa ser o suporte da implementação dum ensino renovado das Ciências em que o trabalho prático e/ou experimental (laboratorial e de campo) adquira papel determinante, deixando de constituir mera ilustração de conhecimentos transmitidos e assumindo-se como uma actividade com características investigativas e valor heurístico próprio.

Neste contexto, e tal como se afirma no Ofício-Circular nº 34/99 de 16 de Março, foram definidos os objectivos que, em seguida, se transcrevem.

- " - Questionar, reflectir e discutir crenças, convicções e práticas dos professores de Ciências Físicas e Naturais, acerca do trabalho prático/experimental (laboratorial e de campo).
- Desenvolver competências científicas disciplinares e interdisciplinares e competências didácticas necessárias à implementação de actividades práticas (laboratoriais e de campo), numa perspectiva investigativa.
- Desenvolver competências necessárias e apropriadas a posturas reflexivas relativamente ao trabalho prático (laboratorial e de campo), e ao papel que pode assumir no desenvolvimento profissional, na prática docente, nas aprendizagens dos alunos.
- Promover o diálogo e a cooperação entre os professores dos três grupos, 4º A, 4º B e 11º B, contribuindo para que determinadas áreas temáticas possam ser tratadas de uma forma integrada e participada, numa perspectiva interdisciplinar, permitindo uma visão holística das questões científicas."

1.3. Constituição e início do funcionamento do Grupo de Trabalho/Grupo de Formadores (GTF)

Dando cumprimento à 1ª fase do PFEEC, foi constituído um Grupo de Trabalho que conceptualizou e implementou a formação, constituindo-se como Grupo de Formadores (e, assim, adiante será designado por GTF), com oito¹ docentes universitários de quatro domínios científicos – Biologia, Geologia, Física e Química. Cada área disciplinar integrava dois especialistas, um no respectivo domínio científico da especialidade e outro da didáctica do mesmo domínio.

Depois de constituído o GTF, decorreram diversas reuniões no DES e com o DES tendo como objectivo a planificação das acções de formação. Após várias sessões de trabalho, nas quais os intervenientes expressaram o seu modo de pensar acerca da filosofia que as acções deveriam respeitar, foram atingidos os consensos que possibilitaram a elaboração dos planos das três acções de formação.

De referir que uma das primeiras questões em que foi necessário chegar a consenso relacionou-se com a escolha do objecto de estudo para a primeira e segunda acção. A escolha recaiu na "Mina de S. Domingos". Toda a actividade posterior de planificação respeitou esta decisão. As modalidades escolhidas e que pareceram mais adequadas foram a oficina de formação (primeira e segunda acção de formação) e seminário (terceira acção de formação). Ambas respeitaram os critérios do Programa de Formação Contínua (FOCO) e foram acreditadas pelo Conselho Científico-Pedagógico deste Programa.

1.4. Selecção dos formandos

Paralelamente a este processo de concepção do plano de formação, o GTF, tendo em consideração e respeitando o Edital de divulgação das acções, definiu o conjunto de critérios de selecção dos formandos.

"Os professores que se candidatarem a esta formação deverão preencher cumulativamente os seguintes requisitos: serem professores do Quadro de Nomeação Definitiva dos 4º A, 4º B ou 11º B grupos; terem prática docente mínima de seis anos; terem experiência na dinamização de grupos e/ou prática na orientação de acções de formação, de preferência na área da experimentação; comprometerem-se a frequentar as três acções, dada a relação de complementaridade existente entre elas"

¹ Posteriormente alargado a 10

Depois da recepção das candidaturas a formandos, o GTF analisou os *curriculum vitae* apresentados e, face à aplicação dos critérios definidos e aos resultados das entrevistas a que os candidatos foram sujeitos, seleccionou um conjunto de 32 formandos.

1.5. Esquema geral e calendarização das acções de formação

No prosseguimento das suas actividades, o GTF discutiu e aprovou um esquema e uma metodologia geral de formação e calendarizou as acções.

Na figura 1 está esquematicamente representado o modelo geral de formação adoptado para as acções 1 e 2 (e, com as devidas adaptações, para a acção 3). De facto, nas acções 1 e 2, a formação envolveu os formadores do GTF e os formandos/professores, os quais, na acção 3, sob a supervisão do GTF, funcionaram como formadores dos seus alunos na implementação de percursos investigativos, similares aos por eles vivenciados, enquanto formandos.

Em termos metodológicos gerais, acordou-se que a implementação das acções de formação deveria valorizar (conforme sugere Gil Pérez & Valdés, 1996) os seguintes aspectos:

- apresentar **situações problemáticas abertas** com um nível de dificuldade adequado (correspondente à zona de desenvolvimento potencial dos alunos);
- favorecer a **reflexão** sobre a relevância e o possível interesse das **situações propostas**, que dê sentido ao seu estudo, considerando as possíveis implicações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e evitando um estudo descontextualizado, socialmente neutro;
- potenciar as **análises qualitativas, significativas**, que ajudem a compreender e delimitar as situações apresentadas (de acordo com os conhecimentos disponíveis, o interesse do problema, etc.) e a formular perguntas operativas sobre o que se procura;
- suscitar a **formulação de hipóteses** como actividade central da investigação, susceptível de orientar o tratamento das situações e de tornar explícitas, funcionalmente, as pré-concepções dos alunos;
- conceder toda a importância à **planificação** da actividade prática (laboratorial e de campo) pelos **próprios alunos**;
- suscitar a **análise detalhada dos resultados** (sua interpretação física, fiabilidade, etc.) de acordo com o corpo de conhecimentos disponível, das hipóteses trabalhadas e resultados de outras equipas de alunos;
- facilitar a **capacidade de transferência** (adaptação do estudo a um outro nível de complexidade, problemas derivados, etc.) e contemplar, em particular, as implicações CTS do estudo realizado (possíveis aplicações, repercussões negativas, etc.).

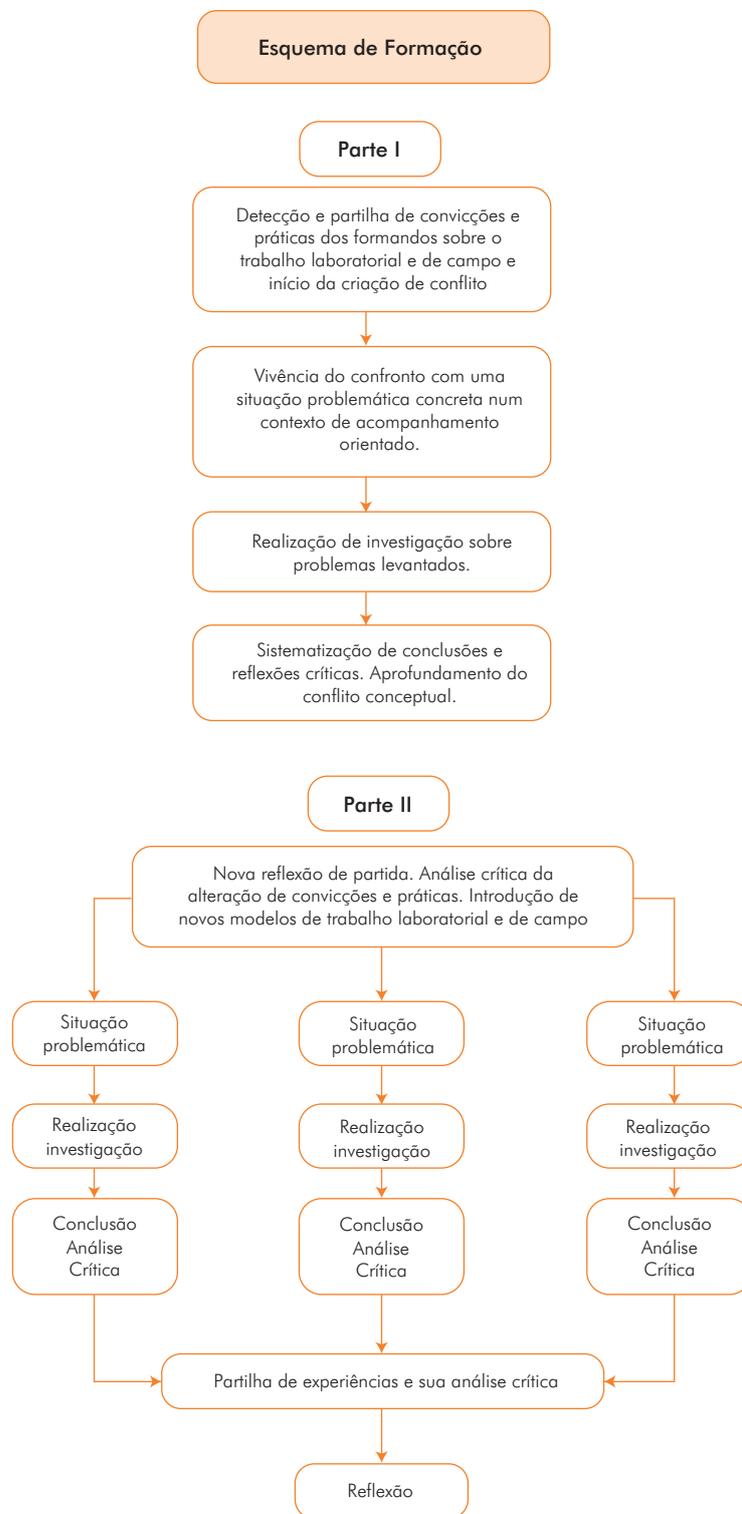


Figura 1 - Modelo geral das acções de formação

- solicitar um **esforço de integração** que considere a contribuição do estudo realizado para a construção de um corpo coerente de conhecimentos, assim como as possíveis implicações noutros campos do conhecimento, construindo uma coerente malha de interdisciplinaridade;
- conceder uma especial importância à **elaboração** de "**memórias científicas**" que reflectam o trabalho realizado e possam servir de base para ressaltar o papel da comunicação e debate na actividade científica.
- potenciar a **dimensão colectiva do trabalho científico** organizando equipas de trabalho e facilitando a interacção entre equipas, funcionando o professor como um "investigador sénior".

Estabeleceu-se, também, a calendarização geral das actividades de formação e os locais da sua realização espacial (ver Quadro I e II)

1.6. Descrição sumária do plano de formação

Embora mais adiante (tomo 2) se descreva com maior pormenor a execução das acções de formação, far-se-á, desde já, uma apresentação sumária das diferentes etapas.

A primeira e segunda acções (que, em si, constituíram um conjunto integrado), na modalidade de "Oficina de Formação", decorreram em Junho/Julho, em Santarém, nas Escolas Secundárias Dr. Ginestal Machado e Sá da Bandeira e nas Minas de S. Domingos (local do objecto de estudo). A terceira, na modalidade de "Seminário", realizou-se de Setembro a Dezembro nas escolas dos próprios formandos ou em escolas vizinhas e com sessões presenciais na Escola Secundária Sá da Bandeira.

Antes do início das acções, e como etapa verdadeiramente crucial de todo o processo, considerou-se um momento 0 do processo de formação (ver quadro I), que consistiu na entrega (aquando do processo de selecção) e posterior preenchimento e devolução de um questionário sobre convicções e crenças acerca do trabalho prático (laboratorial e de campo). Os resultados dos questionários devidamente tratados, que, em parte, são apresentados no capítulo 4, foram tidos em conta na reformulação dinâmica do plano de formação.

A acção 1 englobou o que designamos por momentos I, II e III. A acção 2 coincide com o que designamos por momento IV. A acção 3 englobou oito momentos (I a VIII).

Momento	Conteúdos	Caracterização Sumária	Calendarização Local
Momento 0	<p>Concepções e práticas mais correntes de trabalho prático laboratorial e de campo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Preenchimento pelos formandos seleccionados de um questionário relativo a convicções e crenças sobre trabalho prático (laboratorial e de campo). - Recolha de descrições dos formandos de "casos típicos" de implementação de trabalho prático, laboratorial e/ou de campo, acompanhadas de materiais utilizados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aquando da selecção dos formandos e em período posterior, até 9 de Junho. - Local de selecção e em casa.
Momento I	<p>Concepções e práticas mais correntes de trabalho prático laboratorial e de campo (º 4 horas).</p> <p>Perspectivas da Educação em Ciência(s) e papel do trabalho prático, laboratorial e/ou de campo (º 3 horas).</p> <p>Trabalho de campo na abordagem multidisciplinar do ensino das ciências - contextualização e enquadramento problemático global da Mina de S. Domingos.</p> <p>Saída de campo - contacto e exploração problemática de uma situação real (Mina de S. Domingos).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação mútua. - Apresentação sumária da filosofia subjacente às acções. - Análise das respostas ao questionário relativo às convicções e crenças dos formandos sobre trabalho prático, laboratorial e/ou de campo. - Apresentação e análise sumária dos "casos típicos" de implementação de trabalho prático, laboratorial e/ou de campo pelos formandos . - Debate sobre os resultados dos questionários e análise dos casos no sentido de se identificarem as convicções, crenças, emoções, sentimentos e práticas dominantes de trabalho prático laboratorial e de campo (fase de consciencialização das concepções e práticas de cada um e início de conflito). - Breve introdução ao debate sobre o papel(éis) do trabalho prático (laboratorial e de campo) no âmbito da evolução dos paradigmas pedagógico-didácticos e epistemológicos da Educação em Ciência(s) (início do confronto com as convicções prévias dos formandos). - Reflexão sobre o trabalho prático enquanto actividade de problematização do real e, portanto, de identificação de problemas (científicos, tecnológicos, sociais, etc.) de carácter multidisciplinar e da sua importância na Educação em Ciências. - A Mina da S. Domingos como objecto de estudo e ponto de partida para actividades práticas (de campo e laboratoriais). <p>Partida para Mértola</p> <ul style="list-style-type: none"> - Primeira visita dos formandos à mina, em contexto de ampla liberdade e sem intervenção directa dos formadores, com elaboração de um registo livre, individual, por parte de cada formando. - Debate com os formandos sobre o primeiro contacto com a mina e respectivos registos livres (dificuldades, problemas detectados, dúvidas, ...) e problematização epistemológica e didáctica da observação; 	<ul style="list-style-type: none"> - 23 a 26 de Junho. - Santarém (23 e 24 de Junho). - Mértola (25 e 26 de Junho).

Quadro 1 - Calendarização geral das actividades nas acções 1 e 2

Momento	Conteúdos	Caracterização Sumária	Calendarização Local
Momento I (cont.)		<ul style="list-style-type: none"> - Orientação e enquadramento curricular global da situação problemática, numa perspectiva disciplinar e multidisciplinar, com vista a uma segunda visita à mina e preparação dessa visita através da elaboração, pelos formandos, de um guião de campo. - Segunda visita à mina, em grupos, acompanhada pelos formadores. - Análise em cada grupo científico disciplinar das visitas realizadas com identificação de problemas disciplinares/interdisciplinares passíveis de resolução e reapreciação das observações e redefinição dos problemas detectados. - Apresentação em plenário dos problemas seleccionados e seu enquadramento disciplinar e multidisciplinar. 	
Momento II	Conteúdos científicos disciplinares e interdisciplinares relativos à mina.	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisa com vista a uma melhor compreensão da situação-problema e clarificação dos problemas a investigar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Entre 27/6 e 4/7. - Casa e/ou escola de cada formando.
Momento III	Tipos de trabalho prático, laboratorial e de campo. Tipos de protocolos e transformação de protocolos.	<ul style="list-style-type: none"> - Análise da pertinência e exequibilidade dos problemas parcelares (disciplinares) detectados, que contribuem para a resolução do problema geral. - Construção de planos de investigação e protocolos experimentais. - Tipos de protocolos e transformação de protocolos experimentais. - Análise da tecnologia disponível, reconstrução dos protocolos e estabelecimento de controlos. 	<ul style="list-style-type: none"> - 5 a 7 de Julho. - Santarém e, eventualmente (para certas disciplinas, como, por exemplo, Geologia) Mértola.
Momento IV	Desenho de investigações experimentais - concepção e desenvolvimento de planos de investigação de problemas disciplinares/interdisciplinares sobre a situação em estudo em laboratório/campo (incluindo	<ul style="list-style-type: none"> - Realização de investigações parcelares, disciplinares e registo dos resultados. - Análise dos resultados registados e reflexão crítica sobre os processos científicos utilizados. - Elaboração de relatórios e outras formas de registo ("V" de Gowin) e análise de resultados. - Problematização das funções e objectivos dos vários tipos de actividades práticas, laboratoriais e de campo; - Discussão/reflexão sobre a natureza das investigações experimentais e o seu papel numa abordagem 	<ul style="list-style-type: none"> - 19 a 24 de Julho. - Santarém com eventual ida a Mértola para recolha de material (Biologia, por exemplo).



Momento	Conteúdos	Caracterização Sumária	Calendarização Local
Momento IV (cont.)	<p>caso seja necessário uma visita à mina); análise crítica e avaliação dos resultados e dos processos investigativos usados.</p> <p>Avaliação</p>	<p>disciplinar e/ou multidisciplinar – identificação e análise de alguns exemplos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Partilha global dos resultados dos grupos e construção de uma solução multidisciplinar. - Aplicação de uma versão "post" teste do questionário inicial. - Análise de outros documentos de avaliação. 	

Momento	Conteúdos	Caracterização Sumária	Calendarização Local
Momento I		<p>Balanço da 1ª e 2ª acções de formação.</p> <p>A análise crítica pretendida será efectuada em dois momentos sucesivos. No primeiro (a), a reflexão e o debate serão promovidos em cinco grupos multidisciplinares. No segundo (b), a partilha das conclusões retiradas pelos cinco grupos acontecerá em reunião plenária, após o que se procede à avaliação global: 1) das metodologias utilizadas; 2) dos resultados obtidos (sua relevância em termos pedagógicos e científicos); e 3) das dificuldades de implementação de actividades semelhantes nas Escolas Secundárias, bem como previsão de riscos e de benefícios decorrentes da sua concretização. Recordar-se-á sumariamente alguns resultados obtidos nas acções 1 e 2 relativamente ao objecto de estudo – Mina de S.Domingos – e perspectivar-se-á eventuais formas de os explorar e desenvolver.</p> <p>Perspectivas para a 3ª acção de formação.</p> <p>O último período da sessão plenária (c) será dedicado à explicitação dos objectivos, planificação/execução e avaliação da 2ª acção de formação. Serão ainda abordados alguns aspectos sobre o tipo de projectos a desenvolver (em função do tempo útil disponível e dos condicionalismos logísticos próprios de cada Escola), bem como ao modo como irá decorrer o acompanhamento devido por parte dos formadores tendo em vista a programação das actividades práticas (experimentais, laboratoriais e de campo) a implementar nas escolas dos e pelos formandos, envolvendo necessariamente os seus alunos.</p> <p>Do debate a realizar, devem emergir alguns tópicos ou temas enquadrantes das subseqüentes reflexões com vista à identificação e selecção dos pequenos problemas a definir e a investigar nas diferentes Escolas, por forma a otimizar o acompanhamento dos formadores e garantir que, na sua essência, a interacção frutuosa entre os 32 formandos seja mantida.</p>	<p>8 de Outubro de 1999 Santarém</p> <p>10h-10h45m: Informações gerais a cargo do DES</p> <p>11h-13h: (a) 14h30m-16h: (b) 16h30m-18h: (c)</p>
Momento II	<p>Construção dos percursos experimentais:</p> <p>1. Identificação do objecto;</p> <p>2. Problematização;</p> <p>3. Concepção e desenvolvimento de planos de</p>	<p>A selecção e identificação dos problemas a estudar deverá resultar de interacção dos formandos com os seus alunos, tendo em conta e ponderando as condições logísticas das suas Escolas, de que deve emergir um plano de trabalho a desenvolver com os seus alunos no quadro dos objectivos propostos para o conjunto das acções de formação. Aos formadores compete ajudar os formandos neste empreendimento e avaliar cada proposta, designadamente a sua exequibilidade.</p> <p>Os formandos deverão desenvolver actividades com os seus alunos, com vista a identificação e selecção de um pequeno problema, recorrendo a cenários do ambiente</p>	<p>Escola dos formandos (trabalho com os seus alunos)</p> <p>11/10 a 21/10/99: Problematização, análise e discussão das metodologias a usar; definição de objectivos; planificação.</p> <p>Preparação de uma síntese e/ou esquema para apresentação em</p>

Quadro 2- Calendarização geral das actividades na acção 3

Momento	Conteúdos	Caracterização Sumária	Calendarização Local
investigação exequíveis em curto intervalo de tempo;	4. Apresentação, análise e discussão de abordagens metodológicas alternativas ao problema seleccionado; sua justificação.	<p>exterior à Escola. Tais actividades deverão privilegiar o envolvimento de professores de outros grupos disciplinares, em especial os que trabalhem com o mesmo núcleo de alunos. Da afirmação precedente emerge o carácter prioritário de ligação entre professores da mesma Escola, se bem que não se deva excluir a possibilidade das actividades planificadas serem partilhadas por diferentes Escolas, envolvendo, portanto, um maior número de alunos e de professores.</p> <p>A planificação/concretização das actividades propostas deve ter em conta a duração da acção de formação. Isto não significa que o problema seleccionado não se inclua num projecto mais vasto, apoiado pela(s) Escola(s). Implica, sim, que serão apenas objecto de discussão/avaliação as actividades desenvolvidas no decurso da acção (i.e. até 17/12/99).</p> <p>A concretização de todas as actividades deverá necessariamente envolver alunos na problematização, formulação de hipóteses, previsão de resultados, planificação, à execução, registo e comunicação de resultados obtidos, confrontação destes com as previsões e apreciação crítica dos percursos realizados. Os objectivos devem ser claramente equacionados e avaliados em termos da sua pertinência curricular.</p> <p>Após a selecção, explicitação do(s) objecto(s) de estudo, a(s) abordagem(ns) a privilegiar deve(m):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Incluir a formulação clara do problema e das hipóteses de partida; 2. Compreender actividades práticas (experimentais, laboratório e/ou de campo); 3. Atender ao Conhecimento anteriormente adquirido pelos alunos (eventualmente alvo de prévia diagnose, p. ex., através de um teste diagnóstico). 4. Prever a formulação de sugestões e/ou de previsões pelos alunos, nomeadamente as que se revelem pertinentes em termos curriculares e/ou em termos de satisfação da sua curiosidade (as sugestões e/ou previsões podem, não só, contemplar parte da resposta ao problema formulado, como também abrir novos (sub-)problemas a resolver noutra(s) ocasião(ões)). 5. Discussão entre pequenos grupos de alunos com supervisão do professor estimulando-os a reflectir sobre o(s) método(s) a utilizar na procura da resposta ao problema e/ou na comprovação das suas previsões, através da: a) identificação dos parâmetros a observar, registar e medir in situ (Porquê? e Como?); e b) conceptualização esquemática da(s) 	painel (dimensão máxima A3) e subsequente discussão.

Momento	Conteúdos	Caracterização Sumária	Calendarização Local
<p>Momento II (cont.)</p>		<p>abordagem(ns) laboratorial(ais) a implementar, envolvendo os materiais, equipamentos e/ou montagens a utilizar e/ou executar (Que fazer? Como fazer? O que variar? O que medir? Como medir? Como registar?...).</p> <p>6. Nas situações mencionadas anteriormente, cabe ao(s) professor(es) fazer(em) sentir junto dos seus alunos a necessidade de: a) interrelacionar e aplicar o conhecimento teórico nas diferentes fases do percurso; b) preparar e organizar registos escritos e construir gráficos, se necessário ou útil; c) identificar padrões; e d), desenvolver competências técnicas e adquirir hábitos de convivência e de organização de trabalho individual e cooperativo em pequenos grupos (onde os diferentes elementos se complementam e interactivam conforme as suas aptidões e sensibilidades).</p> <p>7. Estimular a reflexão individual e partilhada, em pequenos grupos e em turma, sobre as diferentes etapas do processo investigativo (disciplinar, multi-disciplinar e interdisciplinar), relacionando e integrando as dimensões Científicas, Tecnológicas e Sociais.</p>	
<p>Momento III</p>		<p>Apresentação sumária dos projectos a desenvolver pelos formandos nas suas Escolas, recorrendo aos painéis previamente preparados para o efeito. Este tipo de apresentação, que pretende promover a comunicação das actividades desenvolvidas e estimular interacções entre os 32 formandos permite também que os formadores se apercebam das afinidades temáticas entre projectos, interactivem e intervenham no sentido de melhorar as dimensões científicas e pedagógico-didáticas. A intervenção e mediação reguladora dos formadores deve processar-se de modo a não comprometer subsequentes debates em pequeno grupo (onde, obviamente, não poderão participar todos em simultâneo).</p> <p>Constituição de grupos de formandos em função das afinidades temáticas entre projectos, por forma a proceder à análise da pertinência e exequibilidade das actividades propostas em cada projecto.</p>	<p>22 de Outubro de 1999 Santarém</p> <p>10h-11h30m 12h-13h 14h30m-15h30m 16h-18h</p>
<p>Momento IV</p>		<p>Desenvolvimento dos projectos de trabalho por cada formando na sua escola em conformidade com as indicações fornecidas anteriormente.</p> <p>Registo e análise das sucessivas fases de concretização do projecto (o qual, relembra-se, deverá contar com a participação efectiva dos alunos).</p> <p>Aquisição de dados e eventual tratamento preliminar de alguns resultados adquiridos.</p>	<p>Escola dos formandos (trabalho com os seus alunos e eventualmente com colegas)</p> <p>NOTA: de 0/2/11 a 6/11 não existirá o cond. ções para a desenvolvimento de actividades com os alunos .</p>

Momento	Conteúdos	Caracterização Sumária	Calendarização Local
Momento IV (cont.)		Pré-avaliação da(s) metodologia(s) adoptada(s).	25/10 a 29/10 e 08/11 a 18/11/99: Execução do projecto; aquisição de dados; eventual tratamento preliminar de alguns resultados adquiridos. Preparação de uma síntese e/ou esquema para apresentação em painel (dimensão máxima A3) e subsequente discussão.
Momento V		Apresentação sumária do estado-da-arte dos projectos implementados pelos formandos nas suas Escolas, recorrendo aos painéis previamente preparados para o efeito. Reunião dos grupos de trabalho constituídos na sessão presencial anterior para análise e resolução das eventuais dificuldades surgidas no desenvolvimento do projecto. Intervenção oral de 1 formador sobre: "Trabalho experimental, trabalho prático laboratorial e de campo: variações da mesma realidade?" (20 a 30 minutos). Debate sobre as intervenções anteriores.	19 de Novembro de 1999 Santarém 10h-11h30m 12h-13h 14h30m-15h30m 16h-18h
Momento VI		Análise dos resultados adquiridos no âmbito do projecto desenvolvido: ponto de situação. Reflexão sobre o percurso efectuado sustentado pelos registos elaborados pelos alunos e pelo "diário do formando". Apresentação e discussão dos percursos efectuados. Análise e discussão do grau de consecução dos objectivos inicialmente definidos para o projecto. Análise e discussão da relevância educativa das abordagens implementadas, recorrendo a evidências recolhidas pelos próprios formandos (diário do formando, gravação de aulas, respostas dos alunos a questionários orais e escritos administrados para o efeito, etc. Esboço de um relatório síntese que incorpore: 1. os aspectos mencionados anteriormente, tendo em vista sistematizar evidências e informação relativa a graus de interesse e de empenhamento, bem como de desenvolvimento e aprofundamento conceptual e processual dos alunos no "percurso experimental"; 2. a reflexão crítica do formando sobre o seu próprio percurso durante a Acção 3, destacando aspectos	Escola dos formandos (trabalho com os seus alunos) 22/11 a 09/12/99: Análise dos resultados adquiridos; reflexão sobre a(s) metodologia(s) adoptada(s). Preparação de uma síntese e/ou esquema para apresentação em painel (dimensão máxima A3) e subsequente discussão. 10 de Dezembro de 1999 Santarém 10h-11h30m 12h-13h 14h30m-15h30m 16h-18h

Momento	Conteúdos	Caracterização Sumária	Calendarização Local
Momento VI (cont.)		relativos à sua própria formação e à sua avaliação do percurso construído e partilhado com os seus alunos (identificação de aspectos e de realizações bem sucedida, acompanhadas de auto-avaliação de graus de sucesso, e identificação de aspectos e de realizações mal sucedidas ou fracassadas, também acompanhadas de auto-avaliação de graus de insucesso).	
Momento VII		<p>Apresentação sumária dos resultados dos projectos implementados pelos formandos nas suas Escolas, recorrendo aos painéis previamente preparados para o efeito.</p> <p>Reunião dos grupos de trabalho constituídos na segunda sessão presencial para análise e balanço dos projectos desenvolvidos com base nos diversos registos efectuados (livros de campo e de laboratório; síntese das reflexões conjuntas; avaliação geral dos resultados obtidos em cada projecto; eventuais inquéritos e respectiva análise; etc.). Perspectivas de actividades futuras.</p> <p>Intervenções orais formadores onde, individualmente, expressam de forma sucinta a sua opinião sobre: Interdisciplinaridade: uma necessidade imposta pela sociedade moderna/? e Perspectivas actuais no ensino da Física, da Química, da Biologia e da Geologia</p> <p>Debate sobre os assuntos versados nas intervenções anteriores.</p>	<p>10 de Dezembro de 1999 Santarém</p> <p>10h-11h30m 12h-13h 14h30m-15h30m 16h-18h</p>
Momento VIII		<p>Relatório do trabalho desenvolvido no âmbito de cada projecto e respectiva avaliação crítica à luz dos princípios supracitados.</p> <p>Ensaio individual de pendor introspectivo e reflexivo sobre:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. O percurso pessoal e percepções de outros percursos decorrentes do conjunto das acções 1, 2 e 3. 2. O impacto da implementação ao nível do ensino secundário das actividades experimentais na óptica explorada nas acções de formação. Consequências em termos curriculares e logísticos (organização/ permutação de espaços laboratoriais, ajustes/alterações de horários, gestão de meios materiais e humanos). 3. A relevância das abordagens utilizadas: a) na formação (continuada) de professores de Ciências; e b) nas aprendizagens dos alunos e nas dimensões curriculares e de formação para a cidadania. 4. Importância e percepção de vantagens/desvantagens das abordagens utilizadas relativamente a outras mais divulgadas e adoptadas generalizadamente no ensino das Ciências. 	<p>13/12 a 31/12/99 Preparação dos documentos de avaliação.</p>

ACÇÕES 1 e 2

Momento I

O momento I (acção 1) decorreu em Santarém nos dias 23 a 26 de Junho de 1999. No dia 23, após a apresentação mútua dos intervenientes e da apresentação sumária da filosofia subjacente às acções de formação, nas instalações das Escolas Secundárias Sá da Bandeira e Dr. Ginestal Machado, foi desenvolvido um conjunto de sessões de trabalho, em grande grupo e pequenos grupos de formandos, que visaram:

- a) recolher e analisar as descrições dos formandos de "casos típicos" de implementação de trabalho prático, laboratorial e/ou de campo;
- b) debater o(s) papel(éis) do trabalho prático e/ou experimental (laboratorial e de campo) no âmbito da evolução dos paradigmas pedagógico-didáticos e epistemológicos da educação em ciência(s) e iniciar o confronto com as convicções prévias dos formandos;
- c) efectuar uma reflexão sobre o trabalho prático enquanto actividade de problematização do real e, portanto, de identificação de problemas (científicos, tecnológicos, sociais, etc.) de carácter multidisciplinar e sobre a sua importância na educação em ciências;
- d) apresentar o objecto de estudo – A Mina de S. Domingos – através do visionamento do filme "Biografia de uma mina".

Após estas actividades, no dia 24 de Junho, o grupo constituído pelos formadores, formandos e técnicas do DES, deslocou-se em autocarro para Mértola, localidade próxima da mina de S. Domingos e por esse facto escolhida como local de apoio ao desenvolvimento dos trabalhos (pois foi aí, e em localidades vizinhas, que o grupo se alojou). Em S. Domingos, contámos com os serviços da Pensão do Sr. Francisco, onde se alojou um pequeno grupo e foi servida a maioria das refeições (fig. 2). Nas suas instalações, ao ar livre e debaixo de uma ramada, decorreram também as sessões de trabalho de cariz mais teórico.

Para possibilitar a deslocação de pequenos grupos dos diversos locais onde estavam alojados até à Mina e entre vários pontos da Mina, foi necessário recorrer a carrinhas com capacidade de transporte para 8 pessoas, conduzidas por alguns dos formadores (fig. 3).



Figura 2- Pensão do Sr. Francisco - das refeições às sessões de trabalho



Figura 3- Carrinhas de apoio ao trabalho de campo e deslocações

As actividades desenvolvidas neste primeiro contacto com o objecto de estudo, que decorreram nos dias 25 e 26 de Junho, foram as seguintes:

- a) primeira visita dos formandos à mina, em contexto não orientado (sem intervenção directa dos formadores), com elaboração de um registo livre, individual, por parte de cada formando;
- b) debate com os formandos sobre o 1º contacto com a mina e respectivos registos livres (dificuldades, problemas detectados, dúvidas, etc.) e problematização epistemológica e didáctica da observação;
- c) orientação e enquadramento curricular global da situação problemática numa perspectiva disciplinar e multidisciplinar, com vista a uma segunda visita à mina e preparação dessa visita;
- d) segunda visita à mina, em grupos disciplinares – Biologia, Geologia, Física e Química – acompanhada pelos formadores respectivos;
- e) análise, em cada grupo científico disciplinar, das visitas realizadas com identificação de problemas disciplinares/interdisciplinares passíveis de resolução e reapreciação das observações e redefinição dos problemas detectados, seguida de elaboração de documento síntese por grupo disciplinar;
- f) apresentação em plenário dos problemas seleccionados e seu enquadramento disciplinar e multidisciplinar.

Momento II

O momento II (acção 1) correspondeu a um interregno nos trabalhos presenciais e consistiu em trabalho de pesquisa individual por parte dos formandos.

Momento III

O terceiro momento (acção 1) decorreu de 5 a 7 de Julho. Tal como no primeiro momento, as actividades iniciaram-se no dia 5 em Santarém na Escola Secundária Sá da Bandeira (fig. 4) e continuaram em Mértola/S. Domingos com uma organização em tudo semelhante à do momento I. Em Santarém, no dia 5 de Julho, depois de algumas informações gerais e de ser efectuado um ponto de situação relativamente ao desenvolvimento da acção no que se refere aos objectivos e filosofia da acção, foi desenvolvido trabalho em grupo disciplinar na construção de planos de investigação.



Figura 4- Escola Secundária Sá da Bandeira

Ainda no dia 5 de Julho o Grupo deslocou-se para Mértola/S. Domingos, e, após o jantar na Pensão do Sr. Francisco, ainda foi desenvolvida actividade em cada grupo disciplinar.

Nos dias 6 e 7 de Julho foi desenvolvida a actividade de campo prevista pelos diferentes grupos de trabalho. Foram efectuadas as observações, medições e registos considerados necessários à execução dos diversos planos, previamente elaborados para dar resposta aos problemas parcelares (disciplinares) detectados e que contribuíam para a resolução do problema geral. Foram, ainda, efectuadas as recolhas de amostras necessárias ao desenvolvimento posterior das actividades laboratoriais.

As actividades do dia 7 de Julho encerraram com uma sessão plenária em que se procedeu a:

- a) apresentação em cartaz e análise dos trabalhos realizados pelos grupos das quatro áreas disciplinares, no que se refere ao percurso experimental desenvolvido até ao momento por cada grupo e sobre as temáticas/problemáticas identificadas;
- b) debate e reflexão sobre essas mesmas problemáticas com vista à identificação de áreas de convergência dos interesses dos vários grupos na abordagem problematizadora do objecto de estudo – a mina de S. Domingos, a sua pertinência face ao objecto de estudo, a sua relevância curricular para o ensino das Ciências (nível do ensino secundário) e as suas potencialidades para o desenvolvimento de percursos experimentais exequíveis no decurso da acção e transponíveis para cenários reais de Escolas Secundárias.

Momento IV

As actividades referentes ao quarto momento (acção 2) decorreram integralmente em Santarém, nos dias 19 a 23 de Julho, novamente na Escola Secundária Sá da Bandeira.

Nas instalações dos quatro laboratórios – Biologia, Geologia, Física e Química – foram desenvolvidos trabalhos laboratoriais disciplinares e interdisciplinares (fig. 5), corolários dos projectos de investigação iniciados com as actividades na Mina.



Figura 5- Laboratórios da Escola Secundária Sá da Bandeira

Ao longo deste período decorreu uma sessão plenária de cariz mais teórico sobre as seguintes temáticas:

- a) apresentação de alguns aspectos com relevância para a planificação do trabalho de campo e análise e reflexão sumária sobre diferentes perspectivas de aulas de campo;
- b) breve apresentação e análise de alguns resultados relativos às concepções dos formandos sobre trabalho de campo, decorrentes da análise de algumas respostas dos formandos a um questionário sobre convicções e crenças sobre trabalho prático, enviado antes do início das acções.

Os resultados dos trabalhos desenvolvidos foram apresentados no último dia em *poster* (fig. 6). Foi assim dada oportunidade a cada formando de conhecer a globalidade dos trabalhos realizados.



Figura 6- Sessão de posters de apresentação dos trabalhos finais

ACÇÃO 3

Momento I

O momento I decorreu em Santarém no dia 8 de Outubro de 1999. O trabalho iniciou-se com a realização de sessões de reflexão sobre as acções 1 e 2, em grupos multidisciplinares, após o que se realizou uma sessão plenária, no centro de Recursos da Escola Sá da Bandeira (fig. 7). A análise incidiu, fundamentalmente, sobre as metodologias utilizadas, os resultados obtidos e as possíveis implicações da implementação deste tipo de actividades nas escolas secundárias.



Figura 7- Centro de Recursos da Escola Sá da Bandeira

A sessão encerrou com a explicitação do trabalho a desenvolver, por cada formando, na sua escola, até à seguinte sessão presencial – identificação de objecto de estudo e elaboração de plano de trabalho a implementar (com indicação de que a apresentação deveria ser feita em *poster*).

Momento II

O momento II decorreu entre 11 e 21 de Outubro, na escola de cada formando e correspondeu à fase de selecção do problema a estudar e elaboração do plano de acção (trabalho com os alunos).

Momento III

O momento III decorreu, de novo, na Escola Sá da Bandeira, no dia 22 de Outubro. As contribuições de cada formando foram, numa primeira fase, apresentadas e discutidas em grupo disciplinar (com recurso ao *poster* previamente elaborado). Após uma primeira série de necessárias reestruturações, os *posters* remodelados foram expostos no Centro de Recursos, para análise alargada.

Momento IV

O momento IV decorreu entre 25 de Outubro e 18 de Novembro e correspondeu ao início da implementação dos projectos investigativos nas escolas dos formandos.

Momento V

No momento V, no dia 19 de Novembro, voltou-se à Escola Sá da Bandeira. A sessão, de estrutura geral idêntica à do momento III, consistiu na análise do trabalho já realizado. No final teve lugar uma apresentação teórica por parte do GTF, seguida de debate, cujo tema foi *Trabalho prático, laboratorial e de campo: sua importância educativa*.

Momento VI

Decorreu entre 22 de Novembro e 9 de Dezembro e revestiu-se de formato semelhante ao do momento IV.

Momento VII

Decorreu a 10 de Dezembro e consistiu na apresentação dos resultados da implementação dos projectos realizados nas escolas, seguindo uma organização de trabalho idêntica à do momento V. Desta vez, os temas de apresentação teórica (por parte do GTF) e debate foram *Interdisciplinaridade: uma necessidade imposta pela sociedade moderna?* e *Perspectivas actuais no ensino da Física, da Química, da Biologia e da Geologia*.

Momento VIII

Decorreu entre 13 e 31 de Dezembro e correspondeu à elaboração por cada formando de um relatório do trabalho desenvolvido, no âmbito de cada projecto/percurso investigativo e de um ensaio individual de pendor introspectivo e reflexivo.

Referência bibliográfica

Gil Pérez, D. & Valdés Castro, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 155-163.

2

Perspectivas Subjacentes ao
"Programa de Formação no
Ensino Experimental das
Ciências"

2. Perspectivas Subjacentes ao "Programa de Formação no Ensino Experimental das Ciências"

M. ARMINDA PEDROSA, ANTÓNIO MATEUS

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

2.1. Breve história da génese desta Formação

A história recente das Acções de Formação (AF) de que agora damos conta inicia-se com a constituição do *Grupo de Trabalho – Programa de Formação no Ensino Experimental das Ciências* (GT), que emerge das actividades planeadas, organizadas e concretizadas no âmbito do Departamento do Ensino Secundário (DES), elegendo como parceiros as "Associações e Sociedades Científicas e as Associações de Professores que integram a Comissão de Acompanhamento do Ensino das Ciências" (CAEC). O DES procedeu então à selecção dos formadores de Biologia, Física, Geologia, Química e das respectivas didácticas, após consulta e sob proposta das Associações e Sociedades Científicas e de Professores, em conformidade com critérios pré-definidos no "Programa de Formação no Ensino Experimental das Ciências". Este Programa, enunciando objectivos, conteúdos e metodologias que serviriam de base à programação de actividades futuras, foi aprovado pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua.

A diversidade de formações de percursos e de vivências profissionais dos formadores seleccionados, mais não é que um corolário resultante dos próprios objectivos e métodos preconizados no referido Programa. As interacções entre as várias interpretações suscitadas pela análise dos conteúdos programáticos – próprias e expectáveis num grupo de trabalho de constituição vincadamente heterogénea – conduziram, desde muito cedo, à necessidade de construir sistemas semânticos e de linguagem comuns e/ou partilhados, através da reflexão individual e conjunta, sem o que seria impensável dar corpo a algumas das ideias inscritas no Programa já mencionado. As reflexões e discussões promovidas, não obstante terem ocorrido num intervalo de tempo manifestamente mais curto que o desejável, revelaram-se cruciais para a construção dos consensos indispensáveis à planificação, preparação e concretização das AF.

As reinterpretações e discussões de temáticas subjacentes aos objectivos do Programa – processos ricos, mas sofridos! –, aumentaram níveis de desconforto por força das pressões de tempo, da angústia e da incerteza, associadas ao facto de se assumirem responsabilidades na tentativa de construir e implementar percursos complexos que, *a priori*, se pretendiam inovadores. Na identificação ou construção dos imprescindíveis consensos, tomou-se consciência da diversidade de pontos de vista e de formas de trabalhar, algo que foi necessário enfrentar e assumir claramente, edificando simultaneamente plataformas de entendimento indispensáveis à viabilização das próprias AF.

Para a concretização destas, terá contribuído (também) a generalizada convicção dos formadores – porventura por motivos diversos – do potencial do trabalho investigativo centrado em objectos de estudo do Mundo material (exteriores a contextos escolares tradicionais) e deles emergentes, para aprendizagens significativas de Ciências (e.g. Novak e Gowin, 1996). A valorização e a importância atribuída à formação de professores, com idêntica orientação, terá constituído factor não menos relevante para que, aceitando desafios, resolvendo dificuldades e enfrentando incertezas, se criassem as condições julgadas imprescindíveis à viabilização das AF, aparentemente julgadas meritórias e valorizadas pelos diversos intervenientes. Optou-se pelo desenvolvimento de abordagens multidisciplinares, tentando, adicionalmente, a difícil construção de interdisciplinaridade nos diferentes contextos concretos. Estas abordagens são claramente referidas no ofício-circular n.º 34/99, de 16 de Março e, anteriormente, na proposta de Programa acreditada pelo Conselho Científico-Pedagógico da Formação Contínua.

A clarificação, reinterpretação, redefinição e apropriação dos objectivos expressos na proposta de Programa pelo GT, contou sempre com a colaboração e o apoio das Dra. Susana Câmara e Sousa e Dra. Helena Valdeira Caetano que, como representantes do DES, acompanharam o grupo de trabalho e participaram nas actividades previstas, desde a fase de preparação das AF até ao termo da sua concretização. Desde logo se percebeu o entusiasmo e profissionalismo com que se empenharam em todas as actividades requeridas à implementação das AF, designadamente junto das DREs, das Escolas dos formandos e dos próprios formandos. Tais diligências, porventura menos perceptíveis em algumas fases do processo, revelaram-se, sem dúvida, fundamentais ao cumprimento da calendarização prevista para as AF, não obstante coincidirem com períodos de avaliações e de exames nas escolas. Mais, representaram contributos cruciais para a criação de ambientes de confiança mútua, conforto e tranquilidade institucionais, pontos de partida essenciais para a emergência de empatias e entusiasmo necessários à implementação de qualquer empreendimento inovador. Note-se que os níveis de segurança, confiança e conforto associados ao desempenho de tarefas correntes e comuns podem ser seriamente perturbados quando se passa destas para outras nunca antes vividas, ou experimentadas de forma insuficiente, ineficiente ou deficiente.

Após estas breves notas introdutórias, remetendo para importantes elementos contextuais, pretende-se apresentar sumariamente a "filosofia subjacente às acções" (ver "Calendário da Formação no Ensino Experimental Das Ciências" – 23 de Junho de 99), explicitando os principais pressupostos e razões que

condicionaram, fundamentaram e justificaram opções tomadas na selecção e planificação das variadas actividades, desde logo de Ciências (Biologia, Física, Geologia e Química), e não de cada uma das Ciências consideradas separadamente. Tecem-se ainda algumas considerações sobre o contexto, *i.e.*, o objecto de estudo, escolhido para iniciar e enveredar por percursos investigativos – a Mina de S. Domingos, Mértola - que, num primeiro pensamento, poderá parecer estranho por inusitado, particularmente para AF (também) destinadas a professores de Física e de Química, uma vez que actividades de campo nestas áreas disciplinares não fazem parte do nosso património educativo.

O presente texto, embora informativo – assim o cremos e desejamos –, é apenas um meio, limitado e relativamente pobre, para ajudar a compreender a arquitectura concebida para as AF, bem como orientações adoptadas e anunciadas, actividades propostas e realizadas. O que efectivamente se foi experimentando e vivendo no decurso das AF foi bem mais complexo e rico do que eventualmente transparecerá da simples leitura do presente texto, designadamente porque dificilmente se terá a percepção das múltiplas dimensões que, então, se introduziram e implementaram. A complexidade e riqueza das experiências e vivências dos intervenientes - formandos, formadores, colaboradores e representantes do DES -, decorreram, durante as AF, não tanto das actividades em si mesmas, mas antes da interacção entre estas e os próprios sujeitos nelas envolvidos, da dependência de experiências e vivências da pessoa que experimentou as actividades e viveu os ambientes com elas relacionados. Como noutras actividades apelativas e mobilizadoras de conhecimento e de socialização, a complexidade e riqueza de experiências e vivências variam de pessoa para pessoa, variando também, por isso, as aprendizagens conseguidas. A convicção das limitações do presente texto, relativamente às próprias AF, fundamenta-se nas nossas próprias experiências e vivências, a que se junta a informação obtida (de forma mais organizada e sistemática) em registos diversos de formandos e de outros formadores, designadamente no contexto e para efeitos de avaliação interna.

2.2. Porquê estas acções de formação no ensino experimental das Ciências?

Poderia dizer-se, simples e superficialmente, "porque o DES assim determinou, dispondo para tanto de capacidade de decisão e de intervenção". Esta seria, contudo, apenas uma parte, a mais recente, da história que, assim relatada, apareceria adulterada, quanto mais não fosse por omissão de aspectos relevantes do contexto de decisão. Responder à pergunta requer maior aprofundamento, através, por exemplo, de interrogações acerca dos eventuais graus de consciencialização dos problemas subjacentes à aprendizagem das Ciências em diversos segmentos do sistema educativo e fora dele (noutros grupos sociais e políticos, particularmente ao nível de esferas de decisão). Complementarmente, requer reflexão e discussão de perspectivas relativas a meios e recursos que possam contribuir para a resolução de problemas identificados e caracterizados no âmbito da aprendizagem das Ciências. Tentaremos aflorar alguns destes aspectos.

A crescente consciencialização do aparente divórcio entre os interesses dos alunos e os conteúdos e metodologias oferecidos na educação formal aparenta atravessar diversos segmentos sociais e profissionais. Simultaneamente, vai-se reconhecendo

a necessidade de essa educação ser mais eficaz na compreensão e apropriação, individual e colectiva para melhores exercícios de cidadania, dos problemas que com maior premência se colocam nas sociedades contemporâneas, particularmente aqueles em que as vertentes científico-tecnológicas são mais evidentes. A discrepância entre os resultados da educação escolar e as expectativas de decisores de políticas educativas e de professores inspira, cada vez mais, projectos de investigação em Didáctica das Ciências, constituindo um dos grandes desafios que comunidades de investigadores nestas áreas vêm enfrentando. É neste quadro que vão surgindo, na generalidade dos países ocidentais, movimentos de reformas educativas em que se identificam influências, algumas com uma certa notoriedade, do designado movimento CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade), associadas a propostas curriculares mais ou menos monitorizadas e avaliadas.

O Programa proposto pelo DES, desenvolvido e concretizado pelo GT nos contextos já referidos, e contando com a inestimável cooperação dos formandos durante as AF, reconhece a formação continuada de professores como uma das prioridades para mudanças educativas. Mas, como tal perspectiva não pode, de modo algum, negligenciar o papel dos professores na orientação do ensino e das aprendizagens dos alunos (particularmente de aprendizagens que se desejem significativas – e.g., Novak e Gowin, 1996; White and Gunstone, 1992), considerou-se determinante a valorização do trabalho cooperativo em pequenos grupos. Nestas actividades, solicitaram-se tarefas e recorreu-se a meios que valorizassem conhecimento e experiências dos participantes, julgados pertinentes e relevantes para estimular a reflexão e discussão sobre concepções de Ciências, seu ensino e aprendizagem. Privilegiou-se, ou pretendeu privilegiar-se, o planeamento e desenvolvimento de actividades com professores, em contraste com exposições magistrais sobre ensino e aprendizagem das Ciências, ou versando outras temáticas pertinentes para professores de Ciências. Tentou-se, enfim, adoptar posturas de inspiração construtivista (e.g. Gunstone *et al*, 1988), em consonância com os documentos de trabalho para reflexão distribuídos no decurso das AF.

A tudo isto acresce a convicção de que mudar e inovar não surgem espontaneamente. Representam, pelo contrário, construções conflituais que requerem reflexão, investimento na formação, experimentação e explicitação clara dos obstáculos à sua implementação. E, acima de tudo, exigem que os professores vençam naturais receios quando, na procura de percursos consentâneos com os propósitos pretendidos, arriscam práticas divergentes da práxis instalada. A mudança das práticas educativas não pode ser imposta à revelia dos seus principais actores (professores e alunos), pois, não se retratando nela, estes nunca a poderão concretizar. Mudanças meramente intelectuais também não significam alterações efectivas de práticas educativas. Só inovação, devidamente experimentada e analisada por professores e alunos, contribuirá para, vencendo inércias previsíveis e expectáveis, se ir mudando.

2.3. Porquê intervir ... problemas no ensino das Ciências?

A separação disciplinar e desarticulada das diversas Ciências e a divisão entre componentes teórica e prática no ensino tradicional de Ciências, assumindo diversos contornos e destacando-se nos actuais currículos, têm inspirado, guiado e dominado as organizações escolares e curriculares de diversos níveis de escolaridade, incluindo as relativas às formações escolares, académicas e profissionais dos próprios professores de Ciências.

Tradicionalmente, a componente prática inclui actividades de índole diversificada de que parece emergir o *trabalho experimental* - conceito integrador, abrangente, mas frequentemente ambíguo (ver Capítulo 4 da presente brochura). Todavia, o ensino tradicional de ciências raramente valoriza as percepções dos alunos acerca do mundo material exterior à escola, dificilmente incentiva a dupla integração deste mundo como meio e como objecto de estudo para aprender Ciências, e frequentemente promove concepções sobre Ciências, seus processos e produtos, porventura desinteressantes e distorcidas. Acresce, simultaneamente, o facto de o conhecimento prévio dos alunos, as suas representações e interpretações acerca de objectos e fenómenos que integram os currículos de Ciências, serem, por norma, desvalorizados (muitas vezes ignorados) na planificação e desenvolvimento das actividades lectivas, parecendo que a sua existência é apenas considerada para efeitos de (e por força de) avaliações sumativas.

A inadequação dos modelos de ensino tradicionais, para além de evidenciada em projectos de investigação, particularmente de Didáctica das Ciências, é reconhecida por agentes educativos e políticos, destacando-se, por exemplo, a identificação, a diversos níveis e sob formas variáveis, de problemas de cultura científica. Estas manifestações coexistem, ironicamente, com o aparente êxito de modelos de ensino tradicionais, particularmente evidente no contexto de provas globais e de exames nacionais. Urge, portanto, promover medidas inovadoras que concorram para efectivamente mudar o actual estado do sistema educativo. Nesta perspectiva, importa destacar as vantagens acrescidas em proceder a uma renovada articulação entre os conteúdos programáticos das diferentes disciplinas nos vários níveis de escolaridade. Mais, importa salientar que, contrariamente a convicções por muitos expressas, actividades práticas adequadas no ensino das Ciências (experimentais e de campo) se afiguram um recurso precioso (imprescindível, em muitos casos) para estimular aprendizagens significativas. Porém, seleccionar ou conceber actividades práticas com este fim pressupõe e requer clareza de propósitos, meios e estratégias, bem como monitorização e avaliação da sua implementação numa perspectiva investigativa (para a acção, na acção e pela acção, perfazendo ciclos de actividades estruturadas e articuladas) aberta a iterações, tantas quantas as recomendáveis e emergentes de avaliações de fim de ciclos.

2.4. Mudanças desejáveis no ensino das Ciências – pressupostos e (algumas) propostas

A cultura científica tem-se caracterizado como de nível baixo e de nível elevado, considerando-se que a primeira corresponde a simples conhecimento de factos relativos ao mundo material, enquanto a segunda pressupõe conhecimento científico para descrever e explicar experiências do quotidiano e outros fenómenos do mundo material (Anderson 1987, citado em Fouad & BouJaoude, 1997) e para, questionando-se acerca deles, melhor os compreender e apreciar. Nesta perspectiva, *bom ensino de ciências* será o que se orienta no sentido de desenvolver cultura científica de nível elevado, e *bons professores de ciências* os que se encontram adequadamente preparados para ajudar os seus alunos a progredirem no sentido de adquirirem cultura científica elevada. Estes professores transformam a sua compreensão das ciências de modo a que o seu conhecimento se torne inteligível para os alunos. Neste sentido, Shulman (1987, citado em Fouad, & BouJaoude, 1997) sustenta que *bom ensino* emerge de conhecimento profundo de conteúdos, alicerçado e apoiado em modelos de ensino apropriados – incluindo ciclicamente compreensão, transformação, instrução, reflexão e avaliação.

Para os professores poderem ensinar Ciências, estimulando e promovendo a cultura científica, importa que, para além de dominarem saberes específicos (disciplinares) e didácticos, adquiram competências e construam conhecimento multidisciplinar e interdisciplinar. Tais elementos revelam-se imprescindíveis ao entendimento do impacto social da ciência e da tecnologia e são fundamentais para integrar dimensões multi- e interdisciplinares, confortáveis e eficazmente, no ensino das Ciências. Porém, tal integração, necessariamente lenta, requer intervenções a diversos níveis, de que se destacam as directamente destinadas a ajudar os professores a aprenderem a utilizar abordagens de ensino de ciências mais heurísticas, contextualizadas e centradas em resolução de problemas, apropriando-se gradualmente de estratégias e de recursos de ensino com carácter multidisciplinar e interdisciplinar. A articulação das componentes teórica e prática do ensino das Ciências será, assim, estimulada, contrariando-se tendências para fragmentações inadequadas que coexistem com a sobrevalorização de estratégias de memorização (em detrimento das de compreensão, interpretação e explicação), aparentemente eficientes para se sobreviver e progredir nos sistemas educativos. Simultaneamente, evoluir-se-á no sentido da promoção de aprendizagens significativas e de qualidade, também mais próximas de padrões desejáveis de cultura científica e de imagens públicas das Ciências mais consentâneas e menos distantes do *fazer ciência* (Hodson, 1993).

Empreendimentos científicos geram-se em torno de problemas para cuja resolução se pretende contribuir. Daqui emergem teias complexas de relações humanas e sociais que se identificam com programas e procedimentos especializados e historicamente situados, surgindo frequentemente outros (novos) problemas. Será, pois, de todo inadequado, até caricatural, apresentar a Ciência e reduzi-la a definições e descrições simplistas, mais ou menos apelativas, de aparência objectiva, porque impessoal, linear e incontroversa, simplesmente caracterizadas pelo *método*.

Embora seja possível estabelecer algumas analogias entre *fazer* Ciências e *aprender* Ciências (Hodson, 1993), tais actividades são de facto distintas. Uma ou outra são, contudo, muito mais do que meros resultados de simples memorização de conjuntos de factos ou de procedimentos com extensão variável. Além disso, aprender Ciências também requer integração harmoniosa de diferentes olhares – os de diferentes Ciências –, valorizando e cuidando da articulação, da integração e da estruturação das dimensões teórica e experimental (em sentido amplo), complementares e inseparáveis no fazer de cada uma.

A valorização de diferentes olhares sobre os mesmos objectos constitui, de resto, o pré-requisito fundamental de qualquer abordagem multi- e interdisciplinar, cujo sucesso pressupõe a implementação de percursos que, para além de articularem convenientemente as dimensões teórica e experimental, privilegiem precisão e rigor necessários e adequados, quer na utilização de metodologias diversas, quer na apropriação e utilização de linguagens das Ciências envolvidas, que frequentemente diferem de Ciência para Ciência. Importa, pois, identificar e apreciar semelhanças e diferenças, compreendê-las e construir sistemas semânticos integradores que, reconhecendo e respeitando diferentes saberes, permitam e facilitem diálogos multi- e interdisciplinares para ajudar a compreender a complexidade das Ciências, enriquecendo a cultura de cada um e reforçando a construção de uma base racional para o exercício da cidadania.

A ideia central de aproximar, tanto quanto possível, as experiências e vivências dos formandos, esteve subjacente às abordagens propostas e utilizadas nas AF. Pretendeu-se, assim, planear actividades estimulantes e promotoras de interrelações entre currículos de Ciências e experiências e vivências dos formandos, valorizando os seus saberes e apreciações. Fomentou-se igualmente o seu interesse pelos objectos em apreço, dando-lhes oportunidade de reconhecer o seu potencial e relevância como meios de formação – condições indispensáveis para aprender. Reconhece-se, na selecção de cenários e propostas de actividades para as AF, preocupações referentes a abordagens CTS (Rodríguez, 1998). Salienta-se a necessidade de as actividades práticas, envolvendo manipulação de objectos em sentido lato, requererem intenso envolvimento intelectual de inspiração construtivista, conjuntamente com reflexão indispensável para se compreender a relevância socio-cultural do objecto de estudo, a sua relação com o quotidiano e o potencial de o usar para ensinar e aprender Ciências. Abordagens CTS, em geral, valorizam actividades diversas, centradas nos aprendizes, e estimulantes de questionamento reflexivo tendo em vista a tomada de consciência da aprendizagem e seu controlo – metacognição. Questões como: "O que se pretende com esta tarefa?", "Saberei o que fazer, ou o que escrever, ou o que procurar?", "Fiz tudo o que é necessário?", "Fará isto sentido para mim?", "Conseguirei explicar isto a alguém?" etc. podem contribuir para promover aprendizagens significativas e estimular metacognição (Gunstone, 1994, pág. 135). Além disso, abordagens CTS poderão expandir o próprio conceito de metacognição, encorajando os aprendizes a reflectirem *no que* se lhes propõe que aprendam e *porque* se lhes propõe. Ao questionar, por exemplo, "Porque estou a aprender isto?", "Porque procedo deste modo?", "Que outro método me permitiria aprender isto melhor?" poderão estimular-se envolvimento mais profundos e críticos (Rodríguez, 1998, pág. 600).

Durante as AF, pretendeu-se criar condições para que os professores-formandos tomassem consciência de que actividades práticas comuns no ensino das Ciências, envolvendo manipulação de objectos (e equipamentos), não implicam necessariamente esforço e envolvimento intelectual, e podem ter muito pouco a ver com as Ciências ou a sociedade (Rodriguez, 1998). Com já se referiu, expuseram-se os professores-formandos aos mesmos objectos, aproximando-se experiências e vivências e criando-se oportunidades para estimular a percepção da natureza subjectiva das observações e o surgimento de questões requeridas em aprendizagens metacognitivas. Nesta perspectiva reconhece-se a construção gradual do conhecimento e valorizam-se interacções (reflexão – discussão – trabalho em colaboração) entre os intervenientes no processo (inicialmente nas AF, entre formadores e formandos; mais tarde, entre professores-formandos e os seus alunos) e o mundo em que estão inseridos. A mensagem implícita refere-se à importância de se expor aprendizes (formandos nas AF e alunos em actividades lectivas) aos mesmos objectos e de se conceber estratégias e recursos que proporcionem, ou facilitem, a aproximação de experiências e vivências e, simultaneamente, incentivem a construção de intersubjectividades, procurando relacionar experiências, vivências e saberes dos intervenientes com currículos de Ciências, que lhes estimulem curiosidade, interesse e reconhecimento de relevância indispensáveis para aprender.

Relativamente a este aspecto, e socorrendo-nos da perspectiva de José Saramago "Se podes olhar, vê. Se podes ver, repara", poderá dizer-se que "Preparando o olhar, ver e reparar na Mina de S. Domingos" foi uma das ideias dominantes e inspiradora das propostas e das sequências de actividades. Pretendeu-se, assim, que constituísse ponto de partida, contributo eficaz na orientação das reflexões e acções dos professores-formandos para, progressivamente, se apropriarem de abordagens e de recursos, repensando-os e transpondo-os para a sua actividade docente. A figura 1, representando teias complexas de interacções sociais condicionadoras de aprendizagens de Ciências, pretende complementar ideias dominantes subjacentes às AF.

Ambicionou-se que as AF constituíssem oportunidades para os professores-formandos desenvolverem capacidades, competências, atitudes e construir conhecimentos necessários à concepção e utilização, entusiasta e confortável, de recursos de ensino (materiais e estratégicos) para "Ajudar alunos a aprenderem a olhar, a ver e a reparar no Mundo material", fomentando aprendizagens relevantes para o exercício da cidadania e para melhorar a cultura científica dos jovens.

No extracto que se apresenta a seguir, identificam-se perspectivas mais amplas subjacentes à orientação das AF, de cujo planeamento transparecem preocupações educativas latentes e próximas das aí expressas. Contudo, quer a curta duração, quer os múltiplos aspectos, interrelacionados com aquelas preocupações, que então se pretendeu desenvolver, inviabilizaram a sua exploração aprofundada, de resto necessária e desejável.

"And more broadly still, people need to be able to speak and understand some science-ese in order to take part, even in their own minds, in debates about science-related issues that affect them personally, locally, nationally or globally. [...] And with

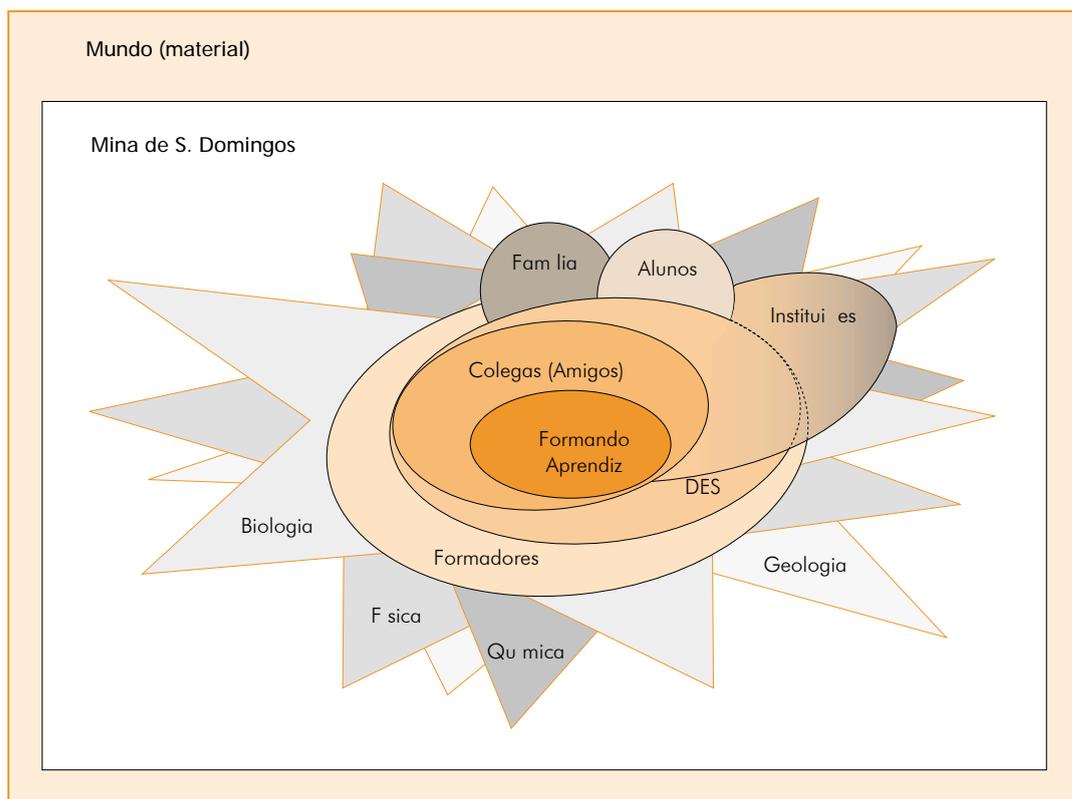


Figura 1 - Modelo concebido com inspiração no de Rop (1999) - "Cultural spheres of influence model"

such contemporary issues, teachers are prevented from retreating into their cosy world of private certainty. They have to join their students in the uncomfortable world of No Right Answer, and in doing so, both teachers and students alike might get a genuine taste of scientific knowledge as the accumulated residue of heated, difficult conjecture and inquiry.[...] The examination of some currently debated issues, both academic and of social import, is more 'live' to students, and is therefore more likely to engage them better; it forces teachers to adopt a genuinely scientific attitude, rather than an affected one;" - Claxton (1991, págs. 124-125).

2.5. A proposta da Mina de S. Domingos como objecto de estudo e contexto vivencial

Numerosas são as maneiras de olhar o Mundo material que nos rodeia, de o examinar, caracterizar e medir... se bem que, na base, exista um único propósito: a satisfação da curiosidade; por outras palavras, a tentativa de responder às numerosas questões que se poderão formular quando se observa devidamente qualquer objecto ou entidade; ou, ainda, quando se pretende interpretar e explicar os efeitos de qualquer fenómeno ou acontecimento, independentemente da sua escala. Por isso, se o objecto de atenção ou interesse for uma porção qualquer, porque não infinitesimal, do Mundo material, pode-se e deve-se

observá-la de n pontos de vista. Fazendo-o consciente e metodicamente, é necessário registar observações, reflectir sobre elas, reapreciá-las diversas vezes e testá-las, através, por exemplo, da resolução de problemas.

Reparando na mesma porção do Mundo segundo n pontos de vista, perfazendo "circuitos de observação", as observações tornam-se realmente enriquecedoras desde que, com alguma periodicidade, se alterem abordagens, mudando-se, conseqüentemente, de metodologias de observação, de medição, de registo ou de testagem. Importará notar, contudo, que tais mudanças não alteram o essencial do percurso investigativo, que também é formativo, envolvendo o registo de observações e aquisição de dados, pressupondo o exame do que se sabe sobre o assunto em estudo (através, por exemplo, de pesquisa bibliográfica) e exigindo, através de reflexão sistemática e crítica – essencial ao tão necessário debate de ideias –, o confronto entre o que se sabe, o que se registou e o que se fez. Cabe então perguntar: qual o significado de mudança metodológica?

Em termos gerais, e aplicando directamente às AF, tal mudança metodológica corresponde à utilização de "ferramentas" específicas (próprias) da Física, da Química, da Biologia e da Geologia durante "circuitos de observação", permitindo a construção de uma "visão tetraédrica" do Mundo material. Perceber e tomar consciência desta "visão tetraédrica", afigura-se de extrema importância em qualquer percurso investigativo, não só por existirem várias interfaces riquíssimas entre estes quatro ramos das Ciências (nem sempre convenientemente exploradas), mas também para se reconhecer que, seja qual for o "circuito de observação" adoptado, caracterizar o Mundo material, ou melhor, caracterizar qualquer das suas porções, requer intervenção multidisciplinar e construções interdisciplinares. Por outras palavras, uma visão disciplinar de qualquer objecto ou porção do Mundo material não é a visão desse objecto, mas uma das visões desse objecto. Esta ideia de complementaridade de diversas Ciências é crucial para a construção de perspectivas menos fragmentadas, mais holísticas, do Mundo material e da sua complexa dinâmica, tão necessárias à promoção de cultura científica.

Um tetraedro, cujas quatro faces são triângulos equiláteros, apresenta simetria elevada, dita cúbica. Quer isto dizer que:

- as observações efectuadas em cada área específica têm o mesmo peso relativo, porquanto todas as faces são iguais entre si;
- existem seis domínios de interface de igual valor entre as quatro áreas específicas, tantos quantos as arestas do tetraedro que são necessariamente iguais entre si;
- se estabelecem quatro domínios de intersecção das áreas específicas três a três, tantos quantos os vértices do tetraedro; e
- o ponto de partida "no circuito de observação" é irrelevante, pois as operações de simetria admitidas por este poliedro são interdependentes e obedecem a propriedades específicas, descritas pelo grupo de simetria de símbolo $\bar{4}3m$ (adoptando a nomenclatura de Hermann-Mauguin).

Poderíamos expandir um pouco mais esta "metáfora geométrica", explorando as direcções equivalentes que, por simetria, se distribuem no espaço tridimensional em grupos de 3, 4 e 6, fazendo entre si ângulos precisos, mas isso... fica ao cuidado de cada um! Note-se, porém, que o grupo de simetria em causa diz-se pontual, por existir, no espaço tridimensional, apenas um ponto invariável à aplicação de todas as operações de simetria do grupo, seja qual for a ordem pela qual estas isometrias são aplicadas. Esse ponto, equidistante de todas as faces, será a porção do Mundo material em estudo.

O ponto (foi) é a Mina de S. Domingos (MSD). O desafio (foi) é descobrir uma "visão tetraédrica", procurando, simultaneamente, apreciar as relações de complementaridade entre o tetraedro e o espaço onde este se insere, isto é, entre a MSD e o ambiente que a rodeia, tentando ainda entender algumas das complexas relações de interdependência dinâmica entre Ciências, Tecnologia e Sociedade. O grande desafio (foi) é passar a fronteira da simplicidade geométrica para entrar no mundo dos humanos, seres sociais multifacetados. Nestas AF consideraram-se e reconheceram-se actores e papéis diversos com elevada interactividade que a figura 1 poderá enriquecer e ajudar a clarificar. Transpor esta representação esquemática, adaptando-a para ensino e aprendizagem das Ciências curriculares do Ensino Secundário, em geral, e de cada uma em particular, é o desafio que agora sugerimos!



Figura 2 - Representação esquemática das principais linhas de força exploradas durante as AF, servindo de base à discussão e subsequente construção dos percursos investigativos implementados.

Importa, por último, esclarecer que S. Domingos (Mértola) foi um importante centro mineiro da Faixa Piritosa Ibérica entre 1858 e 1966, de onde se extraíram 25 milhões de toneladas de minério de sulfuretos polimetálicos com teores médios de 1% de cobre e de 2-3% de zinco (em alguns domínios da massa mineralizada os teores em cobre chegaram aos 10% e os de zinco e chumbo aos 14%). As observações que se podem realizar ao longo da antiga corta mineira e junto às várias infraestruturas de apoio à extracção, tratamento e beneficiação de minérios, suscitam variadíssimas questões que, complementadas com as decorrentes da inspecção de outros contextos não intervencionados, mas proximais (e.g. Pomarão), permitem o desenvolvimento de abordagens multi- e interdisciplinares, transformando a MSD num objecto educativo de grande valor, como se exemplifica na figura 2 e se discutirá subsequentemente no capítulo 3.

Agradecimentos: Pela disponibilidade para lerem versões anteriores deste capítulo e pelas críticas, discussões e sugestões, exprimimos o nosso apreço e agradecemos ao António Veríssimo, à Helena Dias e ao Rui Ribeiro.

Referências Bibliográficas

Claxton, G. (1991). *Educating the Inquiring Mind: The Challenge for School Science*, London, Harvester Wheatsheaf.

Fouad, A.; BouJaoude, S. (1997). An Exploratory Study of the Knowledge Base for Science Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(7), 673-699.

Gunstone, R. (1994). The Importance of Specific Science Content in the Enhancement of Metacognition. In P. Fensham, R. Gunstone e R. White (Eds.). *The Content of Science: A Constructivist Approach to its Teaching and Learning*. London, Falmer Press.

Gunstone, R., White, R. and Fensham, P. (1988). Developments in style and purpose of research on the learning of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 25, 513-530.

Hodson, D. (1993). Re-thinking Old Ways: Towards A More Critical Approach To Practical Work In School Science, *Studies in Science Education*, 22, 85-142.

Novak, J. D. & D. B. Gowin (1996). *Aprender a Aprender* (tradução). Lisboa, Plátano Edições Técnicas (edição original, 1984).

Rodriguez, A. J. (1998), Strategies for Counterresistance: Toward Sociotransformative Constructivism and Learning to Teach Science for Diversity and Understanding, *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 589-622.

Rop, C. J. (1999). student perspectives on success in high school chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 36, 221-237.

White, R. T.; Gunstone, R. F. (1992). *Probing Understanding*. London, Falmer Press.

3

A Mina de S. Domingos
como Objeto de Estudo

3. A Mina de S. Domingos como objecto de estudo

ANTÓNIO VERÍSSIMO, RUI RIBEIRO

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

As actividades de cariz prático do grupo de formandos e formadores, no decorrer das acções 1 e 2 (Junho e Julho de 1999), desenrolaram-se em torno da Mina de S. Domingos, encarada como um caso ideal de estudo e de desenvolvimento de percursos investigativos. A apresentação deste objecto de estudo, os critérios que presidiram à sua selecção, as potencialidades da sua exploração e transposição para ambientes escolares, bem como a proposta do GT para a sua implementação no âmbito destas acções, são os temas a abordar no presente capítulo, com o objectivo mais amplo de fornecer pistas para reflexão sobre idênticos percursos noutros contextos.



Figura 1 - Efluente da Mina de S. Domingos
(fotografia de Rui Ribeiro)

3.1. A Mina de S. Domingos

Agora, da inquietante paisagem que se encontra na zona da Mina de S. Domingos, ofuscam e magoam apenas as memórias de um tempo ido de enganosos turbilhões de esperança. Ruínas do complexo de extracção, vestígios da primeira linha ferroviária do País, da primeira central hidroeléctrica do Alentejo, montes quentes de escória avermelhada com um asfixiante odor a enxofre, cursos e lagoas de ferrugem líquida e uma imensa cratera medonha, inundada de ácido, como se uma cárie tivesse corroído a paisagem. Estranhamente, como um atol que emerge do oceano, casas térreas e brancas bordejam as margens da terra desventrada; um povoado que teima em resistir de olhos fixos e punhos cerrados à desolação do sítio. Rodemos então o corpo, varrendo com o olhar a paisagem que se estende para longe, e deleitem-se os nossos sentidos com o verde e o azul das Tapadas; pequenos oásis no calor seco da planície alentejana, como se o Criador e o Demo tivessem marcado encontro no mesmo local.

A zona-alvo deste projecto situa-se no Sudeste de Portugal (margem esquerda do rio Guadiana, concelho de Mértola, distrito de Beja) e está englobada no recém-criado Parque Natural do Vale do Guadiana. A Mina de S. Domingos constitui um exemplo clássico do conjunto de jazigos de sulfuretos maciços vulcanogénicos identificados e explorados na província metalogenética denominada Faixa Piritosa Ibérica, dominada por sedimentos paleozóicos compostos por xistos argilosos com intrusões de rochas ígneas (granito e basalto), massas de quartzo, jaspe, hematite, óxidos de manganésio e pequenas disseminações de sulfuretos. No entanto, o filão de pirite cúprica é a única ocorrência significativa de metalização, que ocorre igualmente nos complexos mineiros de Rio Tinto, Calañas, Tharsis, Castro Verde, Aljustrel e Canal Caveira.

O local tem uma longa tradição mineira que remonta aos Fenícios e Cartagineses e, depois destes, aos Romanos, cuja presença se estendeu do séc. I até aos finais do séc. IV, sendo seu principal objectivo a extracção de prata, ouro e cobre. Também os Muçulmanos, atraídos pela riqueza mineral, aí deixaram vestígios. As actividades extractivas ter-se-ão extinto ou, pelo menos, fortemente reduzido nos finais da Idade Média. Mais recentemente, em 1857, Nicolau Biavia, um piemontês provavelmente ligado a empresas mineiras de Huelva, adquiriu os direitos da descoberta legal do jazigo. Um ano depois, a concessão é transferida para a companhia mineira espanhola La Sabina, com sede em Paris, que realizou um contrato de exploração com uma empresa inglesa, a Mason & Barry, que inicia desde logo a extracção mineira. A exploração do filão de pirite cúprica, nos finais do séc. XIX, supriu metade das necessidades do mercado inglês em pirites, provocando o encerramento de minas irlandesas e colocando em difícil situação congéneres belgas. Sendo a mina mais produtiva da Europa, a extracção durante o período áureo foi notável. Neste período, mais precisamente em 1867, foi inaugurada, a primeira linha férrea do País, com 17 Kms de extensão, destinada ao transporte de minério até ao cais do Pomarão, no rio Guadiana. Aqui, o minério era embarcado em cargueiros que zarpavam até portos ingleses, com uma frequência impressionante, chegando a atingir os 563 navios só no ano de 1864.

Sendo a segunda mina da Europa com menos acidentes, o corpo directivo encarregou-se da construção de um hospital com dois médicos, três enfermeiros, parteira e farmácia. Foram, ainda, construídos 300 fogos para 3900 habitantes (em 1940), uma igreja, uma escola, um palácio para o director da empresa, laboratórios, cavalariças e oficinas que ladeavam a ermida de S. Domingos.

Seja por esgotamento do filão, seja por erros de gestão, o certo é que em 1965 cessa a exploração, em 1967 a corta está alagada, em 1968 é despedido o último trabalhador e a Mason & Barry declara falência.

A bacia hidrográfica do rio Chança (fig. 2) incorpora vários afluentes, tanto portugueses como espanhóis. De entre eles, é a Ribeira do Mosteirão que recebe a drenagem ácida da Mina de S. Domingos, fortemente contaminada com elevadas concentrações de metais pesados (e.g., alumínio, arsénio, cádmio, cobre, crómio, níquel, zinco) e acidez (valores de pH entre 2 e 4; para comparação: o pH do limão é aproximadamente 2,3 e o do vinagre 3).

Este efluente descarrega directamente no reservatório do rio Chança, resultante da barragem construída pelo estado espanhol já após o encerramento da mina. Um dos maiores problemas associados a explorações de pirites é a produção de efluentes ácidos que resultam da sua exposição ao ar e à água. Os sulfuretos (e.g., arsenopirite, benda, calcopirite, cinábrio, estibina, galena, molibdenite, pirite, pirrotite, realgar) são compostos exclusivamente por enxofre no seu estado de oxidação mais baixo (S^{2-}) e metais ou semi-metais. A drenagem ácida de minas (Acid Mine Drainage – A.M.D.) resulta da oxidação de sulfuretos, nomeadamente de pirite (FeS_2). Quando em contacto com água e oxigénio, a oxidação da pirite produz hidróxido de ferro e ácido sulfúrico:

- 1) $FeS_2 + 7/2O_2 + H_2O \rightarrow Fe^{2+} + 2SO_4^{2-} + 2H^+$ - a reacção de iniciação, que pode ocorrer abioticamente ou via oxidação bacteriana;
- 2) $Fe^{2+} + 1/2O_2 + H^+ \rightarrow Fe^{3+} + 1/2H_2O$ - a reacção de propagação, cuja taxa é determinada sobretudo pela reactividade da bactéria *Thiobacillus ferroxidans*;
- 3) $Fe^{3+} + 3H_2O \rightarrow Fe(OH)_3(s) + 3H^+$ - outra reacção de propagação, que resulta na precipitação de óxido hidratado de Fe(III) ("yellow boy"). À semelhança da primeira reacção, pode prosseguir abioticamente ou via oxidação bacteriana. Na ausência de oxigénio, o ião férrico em solução pode oxidar a pirite:
- 4) $FeS_2 + 14Fe^{3+} + 8H_2O \rightarrow 15Fe^{2+} + SO_4^{2-} + 16H^+$ - resultando na produção de mais acidez. Apesar da anóxia, a oxidação pode ainda prosseguir, pois a oxidação do ião ferroso, Fe(II), a férrico, Fe(III), é garantida pela presença do ião sulfato:



apesar do consumo de prótons, a sua produção é assegurada e compensada pelo processo de oxidação da pirite. A acidez, não só é responsável por efeitos directos nas comunidades biológicas, mas contribui igualmente para a toxicidade através

dos seus efeitos na especiação, mobilização e biodisponibilidade de outros contaminantes, sobretudo metais pesados.

Apesar das condições extremas do efluente, estas águas ácidas suportam comunidades biológicas complexas (bactérias, algas, macroinvertebrados aquáticos e, inclusivamente, zooplâncton e peixes em zonas com pH superior a 3). Este sistema hídrico inclui também duas lagoas, construídas durante a exploração mineira para suprimento de água de boa qualidade para a actividade industrial, as Tapadas Grande e Pequena, localizadas a montante da zona contaminada (Figura 2). Estas massas de água suportam uma vasta riqueza biológica. A cobertura vegetal da zona é constituída fundamentalmente por gramíneas, manchas de *Cystus* spp., de *Genista triacanthos* e de *Eucalyptus camaldulensis*, ocorrendo *E. globulus*, *Pinus pinea* e *Quercus ilex*. Excluídos os quirópteros, foram já assinaladas 128 espécies de vertebrados (13 peixes, 7 anfíbios, 9 répteis, 86 aves e 13 mamíferos), 25 e 27 das quais possuem um estatuto especial de protecção a nível nacional e comunitário, respectivamente. De realçar a presença de três espécies em vias de extinção em Portugal: o abutre-preto, a águia-real e a águia-pesqueira. Entre as restantes espécies protegidas aí assinaladas, importa destacar a lontra, o grifo, o peneireiro-das-torres, o tartaranhão-caçador, o corvo, o goraz, o bufo-real, o rolieiro, o chasco-preto, o papa-moscas-preto, a víbora-cornuda, a cumba, o barbo-da-cabeça-pequena, a boga-de-boca-arqueada e a boga-do-Guadiana.

3.2. A Mina de S. Domingos como objecto ideal para o ensino/aprendizagem em Ciências

A Mina de S. Domingos perspectivou-se como um local ideal para a mudança de mentalidades pretendida, ensaiando abordagens inovadoras de trabalho prático em ensino/aprendizagem em Ciências, enfatizando a componente experimental e potenciando as interligações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS-A), por várias ordens de razão:

- I. Desde logo, o forte contraste entre a impressionante alteração paisagística, provocada pela exploração mineira e seu abandono, e as zonas circundantes provoca, no mero visitante/observador, um forte impulso emocional e uma grande motivação para a descoberta, reflexão e compreensão dos fenómenos geradores de tão forte antagonismo. Numa observação mais cuidada, esta primeira impressão é potencialmente desencadeadora da vontade de compreender/ reflectir/agir sobre as características e possíveis alterações na Mina de S. Domingos.
- II. A Mina de S. Domingos é um local razoavelmente estudado, tanto do ponto de vista sociológico, como do ponto de vista geológico, biológico e químico. Este facto facilita trabalhos de pesquisa prévia para melhor caracterização e compreensão do local.
- III. Está inserida numa região pouco povoada, o que propicia condições para a concretização de trabalhos e visitas de campo. O facto de a exploração mineira ter cessado e a mina se encontrar abandonada é também um factor

vantajoso para trabalhos deste tipo, pois não existem interferências ou atitudes de protecționismo de qualquer ordem.

- IV. Sendo obviamente um local propício para trabalho de campo, a Mina de S. Domingos representa, também, um excelente ponto de partida para a realização de percursos investigativos, nomeadamente de cariz experimental (de campo e/ou laboratorial). De facto, a simples observação da Mina de S. Domingos é capaz de suscitar, para além de perplexidade, uma imensa variedade de problemas passíveis de investigação de cariz variado. Tais problemas podem ser encarados sob ópticas disciplinares clássicas, incapazes, no entanto, de responder às questões mais óbvias e relevantes que são seguramente de carácter multi- e interdisciplinar. Provavelmente, a característica mais crucial neste contexto é a presença simultânea de áreas em que a exploração mineira deixou marcas indeléveis e de áreas referenciais em que tais efeitos não se fazem sentir. De facto, o contraste é tão grande que se reúnem, em pouco espaço de terreno, condições extremas do ponto de vista químico, físico, geológico e biológico, e condições amenas em que as primeiras se desvanecem quase completamente. Isto significa que o impacto da presença da mina e sua anterior exploração é espacialmente confinado. Acresce que a natureza deste impacto é qualitativamente limitada (metais pesados e acidez) e pouco heterogénea, mas, no entanto, suficientemente complexa para representar um fonte inesgotável de questões, quer de estudo activo quer de reflexão.
- V. Finalmente, mas talvez o mais importante, quando se pretende vivenciar atitudes novas face ao ensino e à aprendizagem das Ciências, a Mina de S. Domingos é um objecto real, inevitável e que coloca à própria Ciência problemas relevantes e de inegável actualidade. Deste modo, tomando a Mina de S. Domingos como veículo de transposição da Ciência para a Escola, os aprendizes podem inequívoca e dramaticamente compreender o interesse e a necessidade essencial das construções científicas na tentativa de resolução de problemas concretos que os afectam directamente. Ficará, então, claro o interesse do conhecimento científico e dos processos que levam à sua aquisição e manipulação, bem como se potenciará o desenvolvimento de atitudes e capacidades inerentes e emergentes da própria Ciência.
- VI. A Mina de S. Domingos levanta igualmente problemas de cariz ético, moral e político que são bons pontos de partida para uma reflexão mais alargada sobre questões de inegável actualidade: a actividade antropogénica sobre sistemas naturais, o uso indiscriminado dos recursos naturais, a visão antropocêntrica na gestão desses recursos, a capacidade de regeneração dos sistemas naturais, e mais um elevado número de questões que desembocam num dos problemas centrais do futuro da Humanidade, em que a Ciência e a Escola se devem, sem dúvida, comprometer e envolver – o problema do Desenvolvimento e a procura de um verdadeiro Desenvolvimento Sustentável.

Enfim, a Mina de S. Domingos constitui um bom exemplo do aproveitamento que pode ser feito de um objecto do Mundo Real para a edificação e o aprofundamento de uma verdadeira e consistente cultura científica indispensável a uma Educação Global.

4

Trabalho Prático
Experimental no Ensino
das Ciências

Pontos de Vista dos
Professores-Formandos
antes do Programa

4. TRABALHO PRÁTICO EXPERIMENTAL NO ENSINO DAS CIÊNCIAS

Pontos de Vista dos Professores-Formandos antes do Programa

M. ARMINDA PEDROSA, LUÍS DOURADO

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra
Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho

4.1. Introdução

Professores de ciências consideram, frequentemente, o trabalho prático "como uma estratégia educativa útil para conseguir qualquer objectivo educativo", mas verifica-se uma "incapacidade de apresentar claramente o papel e os objectivos que dele esperamos" (Barberá & Valdés, 1996). Assim, ainda que se reconheça a importância educativa do trabalho prático, surgem várias dúvidas e questões relativamente aos papéis que desempenha, que pode ou deve desempenhar, no ensino e aprendizagens de ciências.

Nos anos sessenta e setenta desenvolveram-se, em vários Países, projectos para o ensino das ciências (e.g. BSCS, CHEM, PSSC, Nuffield) cujos autores, por sobrevalorizarem processos e subvalorizarem conteúdos, parece acreditarem que os conteúdos emergiriam dos processos como produtos incidentais e colaterais. Genericamente, destas orientações e propostas de trabalho prático transparecem crenças de que este, se realizado pelos alunos, os conduziria a conceitos; de que o papel do professor seria de apoio e guia dos alunos na descoberta de novos conceitos. Santos (1991) aponta algumas características comuns aos projectos curriculares desta época: 1. a escola e a sala de aula são entendidos como espaços onde se produz (faz) ciência; 2. o aluno é entendido como um produtor da ciência ("o pequeno cientista"); 3. o professor é entendido mais como mediador do processo do que dos produtos da ciência, devendo convencer o aluno da facilidade em reproduzir percursos de cientistas; 4. a aprendizagem das ciências é, genericamente, entendida como uma *Aprendizagem por Descoberta* - os alunos aprendem, por conta própria, qualquer conteúdo científico a partir da observação, sendo os trabalhos "experimentais" radicados no sensorial e no imediato que levam à descoberta de factos "novos"; 5. a metodologia das ciências é entendida como isomorfa de um presumível processo de produção do conhecimento científico (o *método científico*). O aluno, para aprender ciências, deve executar tarefas e adoptar estratégias idênticas às do *método* referido. Atinge-se, nesta época, o apogeu do ensino das ciências orientado para exercícios de investigação

(Gama, 1991). Estes correspondem a casos em que, estimulando a participação dos alunos, se ilustram e se estudam conceitos principais. Os alunos simulam, no laboratório, a actividade do investigador-cientista.

Os mentores de exercícios de investigação baseiam-se no tempo excessivo, frequentemente necessário, para que os alunos consigam, em ensaios laboratoriais por eles executados, obter dados. Justificam-nos argumentando que, por força do tempo excessivo gasto naquelas tarefas, os alunos podem perder a essência da investigação, entendida como a sequência: interpretação, generalização e conclusão. Estes exercícios presumem que aos alunos é apresentado o problema e são fornecidos os dados necessários para a sua resolução, seguindo-se-lhe então, e sequencialmente, interpretação, generalização e conclusão. Pressupõem, também, discussões em que o professor tem papel moderador e nas quais os alunos desenvolvem, ou deverão desenvolver, sequências de raciocínios procurando generalizar a partir dos dados disponibilizados.

Nos anos oitenta as reformas curriculares enfatizaram, ainda mais, o primado de processos e procedimentos no ensino das ciências, negligenciando corpos de conhecimento científico e afectando fortemente as orientações e propósitos de actividades laboratoriais. É assim que, acentuando a sobrevalorização de procedimentos, alguns consideram actividades laboratoriais como o mais importante, algo de distinto, da actividade científica (Barberá & Valdés, 1996).

Esta perspectiva indutivista e indutora de desequilíbrios entre procedimentos e conteúdos no ensino das ciências tem sido criticada, por insustentável, notando-se, contudo, indicadores da sua prevalência. "Muitos professores e alunos conservam uma concepção fortemente indutivista do método científico" (Barberá & Valdés, 1996).

Kirschner, (1992), citado por Barberá & Valdés, (1996), reexaminando os objectivos do trabalho prático, refere que o erro fundamental dos currículos centrados nos processos das ciências é o de pressuporem que aprender ciências pode equivaler a desenvolver investigação científica. Nesta perspectiva confunde-se as situações de fazer ciência, aprender ciências e aprender sobre as ciências. Ora, entre cientistas e alunos de ciências, ainda que uns e outros se considerem aprendizes de ciências, há diferenças substanciais em conhecimento, interesses, perspectivas, propósitos e actividades que, enquanto tal, desenvolvem. Importa, então, para qualquer deles questionar e reflectir sobre uns (conhecimento, interesses e propósitos) e outras (perspectivas e actividades). Designadamente "do ponto de vista epistemológico, é importante esclarecer em que é que uma aula experimental de ciências difere de um laboratório de investigação" (Cachapuz, 1996).

As respostas de alunos e professores, quando questionados sobre os objectivos do trabalho prático, diferem das dos investigadores. Estudos relativos a percepções e pontos de vista de alunos acerca da importância do trabalho prático revelam que divergem dos de investigadores ou professores. Por exemplo, relativamente à motivação referida por professores, num estudo sobre trabalho laboratorial (de bioquímica), apenas 50% dos alunos envolvidos manifesta algum entusiasmo, enquanto os restantes lamentam tantas horas de trabalho e de dedicação para tão

pobre recompensa intelectual (Barberá & Valdés, 1996). Para aprenderem, estes alunos não consideram trabalho prático particularmente estimulante, ou valioso.

Os professores em formação inicial, numa investigação desenvolvida por Garcia Barros, et al. (1995), quando questionados sobre o papel do trabalho prático, referem que ajuda a compreender a teoria, permite pela prática aprender conceitos científicos, aplicar os conhecimentos teóricos para estudar e compreender novos fenómenos e situações, potenciar a observação, desenvolver actividades manipulativas, propor hipóteses e ensaios para solucionar os problemas formulados, recolher com rigor resultados, analisar dados para tirar conclusões, apresentar/expor resultados/conclusões e motivar o aluno.

Hodson (1992) e Hodson (1994), propõe seis categorias classificativas de respostas de professores relativas aos objectivos do trabalho prático:

1. Para motivar, pois estimulam o interesse e são divertidos.
2. Para desenvolver atitudes científicas.
3. Para melhorar a aprendizagem do conhecimento científico.
4. Para ensinar o método científico.
5. Para ensinar técnicas de laboratório.
6. Para desenvolver a capacidade de levar a cabo investigação científica e dela adquirir experiência.

Contudo, a maioria dos objectivos tem sido questionada por os resultados de inúmeras investigações não confirmarem a sua consecução.

Muitos são os autores que consideram que "... o trabalho prático que realmente se realiza no ensino actual das ciências são experiências tipo "receita" para aprender sobre as ciências, para confirmar factos e teorias mediante a obtenção dos resultados correctos, em vez de se realizarem investigações mais amplas..." (Kyle *et al*, 1979; Qualter *et al*, 1990; Tamir, 1977; Tamir e Garcia, 1992; Tobin, 1986; Tobin e Gallagher, 1987; citados por Barberá & Valdés, 1996). Trabalho prático tradicional, geralmente confundido com práticas laboratoriais, enferma de sérias insuficiências e deficiências, apesar de professores o considerarem como solução para os problemas do ensino das ciências (García Barros *et al*, 1995). De facto, promove um número reduzido de procedimentos científicos que se limitam ao desenvolvimento de competências manipulativas, observação e comprovação de teoria, omitindo aspectos tão importantes como a contextualização e articulação teórica, propostas de hipóteses e de ensaios, análise de dados e formulação de conclusões (Bastida *et al*, 1990; Gil & Payá, 1988; Hodson, 1988; Lunetta & Tamir, 1981; Miguéns & Garret, 1991; Sáez, 1990; citados por García Barros *et al*, 1995). Não promove, ou omite, organização de dados, apresentação e discussão de resultados, formulação reflectida e fundamentada de conclusões sustentada por evidências e referida a hipóteses orientadoras dos ensaios, avaliação do progresso conseguido, identificação e discussão de erros e, se necessário, propostas fundamentadas de reformulação de ensaios.

Estas práticas foram, e são, transmitidas a sucessivas gerações de professores de ciências que sofreram, e sofrem, inúmeras influências sobre o modo como devem ensinar e orientar as actividades práticas. Nos seus percursos universitário e

escolar, o professor de ciências desenvolveu, enquanto aluno, trabalhos práticos normalmente consonantes com a visão tradicional. Assim, "quando confrontado com uma turma, com determinados materiais didáticos (e.g., manuais escolares) e com um certo ambiente pedagógico, não consegue pôr em prática as propostas e orientações didáticas que lhe apresentaram como boas, mas desligadas de tudo o que viu fazer (inclusivé com o que observaram nos seus professores de didáctica)" (Furió & Gil Pérez, 1989).

É forte a influência da formação "ambiental", pois é "conseguida de forma não reflexiva, como algo natural, óbvio, vulgar, e que escapa à crítica, convertendo-se num verdadeiro obstáculo" (Gil Pérez, 1991).

Professores e estudantes valorizam trabalho prático, não tanto pelos contributos para aquisição de destreza manual e de técnicas manipulativas, mas por poder contribuir para desenvolver capacidades, competências e atitudes cognitivas de nível intelectual elevado (Barberá & Valdés, 1996).

Nesta contribuição, apresentar-se-ão pontos de vista de trabalho prático, experimental, laboratorial e de campo evidenciados pelos professores-formandos participantes no "Programa de Formação no Ensino Experimental das Ciências"/1999, antes deste se iniciar. Os processos e critérios utilizados na selecção dos participantes constam do capítulo 1 da presente publicação intitulado "Contextualização Geral das Acções de Formação". Trata-se de 32 professores experientes - tempo de serviço após a profissionalização superior a 6 anos -, distribuídos igualmente pelos grupos de docência 4º A e 4º B, e 11º B, e de quadros de nomeação definitiva de diversas escolas do Continente, Açores e Madeira.

4.2. Propósitos

Neste capítulo 4, como já se referiu, deseja-se apresentar pontos de vista de trabalho prático, experimental, laboratorial e de campo manifestados pelos professores-formandos antes de iniciarem a sua participação no "Programa de Formação no Ensino Experimental das Ciências"/1999. Tendo-se consciência da diversidade de concepções de trabalho prático no ensino das Ciências, considerou-se importante questionar estes professores, com referência às suas práticas lectivas, acerca de trabalho prático, experimental, laboratorial e de campo. Antes de se iniciar o referido Programa, recolheram-se os seus pontos de vista, em ambientes que terão proporcionado condições de máxima liberdade individual, no que se refere ao *como* e *onde* responder. Com os questionários pretendeu-se:

1. Estimular os professores-formandos a reflectirem sobre a orientação e propósitos de trabalhos práticos a que recorrem nas suas práticas lectivas;
2. Recolher informação e torná-la acessível aos formadores para, tendo-a em conta, interagirem e orientarem a sua actividade com os formandos, ou seja, reunir informação útil aos desempenhos dos formadores no Programa.

Perspectivou-se também o papel dos formadores para estimular e ajudar os professores-formandos a questionarem trabalho prático geralmente realizado, particularmente *como e para que se realiza*, reflectirem sobre as suas práticas e as dos colegas. Exercícios de questionamento reflexivo afiguram-se indispensáveis à clarificação e (re)conceptualização das múltiplas dimensões, propósitos e orientações que, para promover aprendizagens significativas (Novak & Gowin, 1996), o trabalho prático deve assumir no ensino das Ciências.

Explicita-se em 4.3. *Metodologia* o modo com se administraram os questionários.

4.3. Metodologia

No contexto do ensino das ciências, a designação abrangente *trabalho prático* parece incluir trabalho experimental, laboratorial e de campo, não se restringindo a estes. Utilizou-se um questionário escrito adaptado de outro preparado por Luís Dourado para recolher pontos de vista dos formandos acerca destas modalidades de trabalho prático e de trabalho prático em si mesmo. Para efeito dos propósitos acima referidos, os membros do GT analisaram a versão original, discutiram-na e propuseram alterações com referência às finalidades pretendidas, por um lado, e, por outro, a imperativos de desejável exequibilidade de tratamento e análise da informação a recolher, após recepção dos questionários. No GT foi acordada a versão final. As técnicas superiores do DES centralizaram o envio dos questionários aos formandos e os contactos necessários para que, num reduzido intervalo de tempo, fossem respondidos e a elas devolvidos. Encaminharam-nos, então, para os cinco formadores, incumbidos pelo GT de analisarem e tratarem a informação recolhida com os questionários.

Recolhida a informação deste modo, libertou-se tempo (algo que se revelou escasso e inestimável em todo o Programa) para outras actividades que, privilegiando o estímulo a trabalho cooperativo dos participantes, planeando e organizando actividades em grupos, requeriam bem mais do que esforço individual. Por outro lado, a administrar-se os questionários no decurso do Programa, inviabilizar-se-ia qualquer tratamento e análise de informação, com eles recolhida, em tempo útil e oportuno, designadamente para efeitos de reunir informação útil aos desempenhos dos formadores no Programa (ver 4.2. *Propósitos*).

4.4. Análise e tratamento das respostas dos formandos ao questionário

Por manifesta impossibilidade, directamente relacionada com constrangimentos de tempo, apenas se tratou e analisou, recorrendo aos procedimentos que sumariamente se descrevem a seguir, a informação recolhida das respostas às cinco primeiras perguntas do questionário.

Tratamento das respostas

A análise das respostas às perguntas do questionário, cuja síntese se apresenta em 4.5. *Resultados da Análise das Respostas*, realizou-se através da identificação e definição de diversas categorias classificativas. Procedeu-se do seguinte modo:

1. Um formador transcreveu todas as respostas às perguntas 1.1, 1.2, 1.3 e 1.4 (ver 4.5);
2. Dada a maior complexidade das respostas à pergunta 1.1, seleccionou algumas delas e construiu um diagrama, que se apresenta como Anexo 1;
3. Utilizando este diagrama conjuntamente com a generalidade das respostas à pergunta 1.1, estabeleceu linhas gerais para, prevenindo perdas de informação, estabelecer categorias;
4. Estabeleceu e definiu categorias, e códigos por categoria, para construir um ficheiro de dados a utilizar, posteriormente, em procedimentos de estatística descritiva recorrendo ao software SPSS (Statistical Package for Social Sciences) para Windows;
5. Analisou o conteúdo de cada resposta transcrita, atribuiu-lhe códigos de acordo com as categorias já definidas e redefiniu categorias e/ou códigos, quando necessário, para exaustivamente considerar o seu conteúdo;
6. Apresentou esta metodologia a outro formador envolvido na tarefa de análise destas respostas e, partilhando da informação referida nos pontos anteriores, discutiram categorias, códigos, codificação das respostas e problemas relativos a este assunto ainda pendentes;
7. Por consensos estabelecidos entre os dois formadores, resolveram-se dúvidas e problemas referidos em 6. Validadas, assim, as categorias das respostas e as codificações atribuídas a cada uma, construíram-se consensos e acordos inestimáveis, e imprescindíveis, para articuladamente se prosseguir no tratamento das respostas às perguntas 1.2, 1.3, 1.4 e 2;
8. Partiu-se das categorias já definidas para as respostas à pergunta 1.1 para, definindo os códigos necessários, codificar todas as respostas às perguntas 1.2, 1.3, 1.4 e 2. Quando necessário, adaptaram-se, modificaram-se ou introduziram-se categorias, garantindo-se, sempre, o acordo de ambos os formadores envolvidos nesta tarefa;
9. Construiu-se o ficheiro de dados com tantas variáveis quantas as necessárias para, distinguindo os formandos dos grupos de docência 4º A e 4º B, e 11º B e utilizando procedimentos de estatística descritiva, se obter informação do número de formandos por grupo, cujas respostas por pergunta corresponde a cada um dos tipos estabelecidos por categorias expressamente definidas.

Esta metodologia de análise viabilizou que se prevenisse riscos de perda de informação e se aplicasse procedimentos de estatística descritiva, necessários e

expeditos, para dar conta de características atribuídas pelos formandos ao trabalho prático, experimental, laboratorial e de campo. Viabilizou, também, que se analisasse e organizasse a informação oriunda das respostas, de modo a facilitar, quer a identificação de características atribuídas por ambos os grupos àquelas actividades, quer eventuais diferenças de grupo para grupo. Utilizou-se o SPSS para Windows para se registarem gráficos de números de casos associados aos vários códigos de resposta, por categoria e por pergunta. Para cada uma destas, procedeu-se de modo a obter, para o mesmo sistema de eixos, dois gráficos correspondentes a cada um dos grupos considerados na análise, 4º A e 4º B (de ora em diante designado 4º) e 11º B (de ora em diante designado 11º). Apresenta-se um desses registos em 4.5. *Resultados da Análise das Respostas*.

A discussão do questionário, a codificação de todas as respostas às perguntas já referidas, cuja metodologia se descreveu, e os procedimentos de estatística descritiva, processaram-se com os cuidados necessários ao preenchimento de requisitos de validade e confiança (e.g., Kempa, 1986) da informação, que se apresenta em 4.5. *Resultados da Análise das Respostas*.

Embora se tenha iniciado o tratamento das restantes respostas a perguntas abertas, este não será apresentado por ainda se não dispor de informação validada.

4.5 Resultados da análise das respostas

Pretendeu considerar-se exaustivamente todas as respostas e cada uma delas, recorrendo às metodologias descritas em 4.4. Assim, as categorias e códigos foram concebidos e definidos para que, à resposta de um qualquer formando a uma dada pergunta, se associasse sempre um código por cada categoria. Estes, estabelecidos com base na análise de conteúdo das respostas, dependem, naturalmente, do conteúdo da resposta em apreço. Deste modo, a soma do número de formandos associados a cada um dos códigos por categoria coincide com o número de questionários analisados, ou seja a 32. Contudo, a soma do número de casos registados em cada uma das tabelas que se seguem é menor porque, por razões de economia de espaço, não se apresentam colunas reservadas a registos relativos ao número de casos em que, por categoria, não se identificaram os aspectos codificados. Todos os professores seleccionados para o "Programa de Formação no Ensino Experimental das Ciências"/1999, a quem foram enviados questionários, responderam à generalidade das perguntas e os devolveram. As tabelas de resultados referem-se a 16 professores de cada um dos grupos, 4º e 11º, uma vez que na selecção de formandos se cuidou de garantir igual número em cada um dos grupos (Ver capítulo 1).

Os resultados das análises apresentam-se, após transcrição da pergunta a que se referem, seguindo a ordem do questionário.

Pergunta 1.1: Situando-se no contexto da sua prática lectiva diga o que entende por trabalho prático.

Tabela 1.1.1 – Número de formandos em cujas respostas explicitamente se associa trabalho prático a alunos e a ensino

	Referência a alunos				Referência a ensino			
	Geral	ET	AD	SI	Geral	E/AAC	TE	PP- PM
4° A e 4° B	----	----	1	----	----	----	2	----
11° B	3	1	----	1	4	1	----	1

ET: execução de tarefas; AD: Aprender disciplinar; SI: Seguir instruções; E/AAC: ensino/aprendizagem, análise crítica; TE: trabalho experimental; PP-PM: papel principal-professor ou manual.

Na categoria Geral, referência a alunos, considerou-se respostas que:

- referiam expressamente tratar-se de uma actividade realizada por alunos;
- se limitavam a afirmar que "... pressupõe uma actividade por parte do aluno";
- distinguem entre tarefas que, no trabalho prático, competem e não competem aos alunos.

Transcrevem-se as duas respostas consideradas nesta última categoria, para apreciação das diferenças dos seus conteúdos:

- "Trabalho prático é aquele em que se põe um problema aos alunos, indica-se como proceder, orienta-se a discussão dos resultados, podendo dar-se inclusivamente os resultados esperados.";
- "Neste tipo de trabalho é fornecido ao aluno o problema e os procedimentos; o aluno tem de recolher os dados e tirar conclusões."

Tabela 1.1.2 – Número de formandos em cujas respostas explicitamente se refere que trabalho prático envolve alunos, protocolos, discussão em grupo, participação activa ou realização de experiências

	Alunos		Protocolos	Discussão em grupo	Participação activa	Realização experiências
	CT	PP				
4° A e 4° B	---	4	---	---	1*	2
11° B	4	---	1	2	1**	2

CT- referência a capacidades ou tarefas; PP- referência, explícita ou implícita, ao papel principal dos alunos em tarefas, pequenas investigações ou aplicação; * dos alunos; ** de quem o realiza

A informação contida na tabela 1.1.2 referente a *Alunos* é manifestamente insuficiente.

A informação relativa à categoria designada *PP*, no rodapé desta tabela, por escassa poderá induzir interpretações desajustadas ou inadequadas. Para o prevenir, transcrevem-se as respostas, ou as partes, que foram consideradas nesta categoria:

- "Trabalho desenvolvido de modo a promover a ideia de que o aluno mais do que ser ensinado deve preferencialmente, e com a maior economia possível, descobrir o saber e o saber fazer da minha disciplina...";
- "Neste tipo de trabalho os alunos devem desenvolver métodos específicos de investigação baseados no estudo, na reflexão crítica, na observação e na experimentação, de forma a encaminhá-los para uma formulação científica correcta....";
- "Consiste na aplicação de regras, princípios ou leis científicas, recorrendo a modelos matemáticos, demonstrações experimentais, trabalhos laboratoriais, etc....";
- "Aplicação de conhecimentos (leis, princípios, teoremas), demonstrações de factos ou fenómenos recorrendo a modelos matemáticos..."

Na categoria designada *CT*, também referente a *alunos*, considerou-se as respostas, ou as partes que, designadamente por dificuldades de se vislumbrar a que capacidades e/ou tarefas respeitam, se transcrevem.

- "... envolve diferentes capacidades do aluno tais como: Observação, formulação de hipóteses, planeamento/realização de experiências, interpretação de informação, problematização etc.";

- "O aluno executa determinadas tarefas que podem ser de índole oral, escrita, gráfica (vídeo, diapositivos ...), entre outras. O aluno manipula e organiza a informação obtida, generaliza conceitos, compreende e soluciona problemas e usa símbolos verbais e não verbais";
- "Execução de um protocolo previamente estabelecido (do compêndio, p. ex.). Geralmente ausência de criatividade: trabalho mais mecânico do professor para o aluno, ou do compêndio para o aluno.";
- "Tipo de trabalho em que se pratica algo sobre conceitos aprendidos ou capacidades a desenvolver. ..."

Tabela 1.1.3 – Número de formandos em cujas respostas explicitamente se refere objectivos de trabalho prático, e que este engloba actividades laboratoriais, ou actividades experimentais, laboratoriais e de campo, ou resolução de problemas, ou ainda aplicação de conhecimentos

	ODCC	AL	ANL	AELC	RP	AC
4º A e 4º B	1	2	---	3	1	5
11º B	---	---	1	---	5	---

ODCC: objectivos- demonstrar e consolidar conhecimentos; AL: actividades laboratoriais; ANL: actividades não laboratoriais; AELC: Actividades experimentais, laboratoriais e de campo; RP: resolução de problemas; AC: aplicação de conhecimentos.

Para além da informação sumária contida nas tabelas 1.1.1, 1.1.2 e 1.1.3, alguns formandos dos 4º e 11º grupos, referiram-se expressamente à diversidade de actividades incluídas no trabalho prático. Dessas respostas transparece a ideia de um recurso estratégico para resolverem exercícios, problemas, actividades experimentais de natureza diversa, experimentação guiada, demonstrações, construírem materiais (um formando), ou "Aplicação de conhecimentos (leis, princípios, teoremas), demonstrações de factos ou fenómenos recorrendo a modelos matemáticos" (dois formandos), ou ainda "... recorrendo a modelos matemáticos, demonstrações experimentais, trabalhos laboratoriais, etc." (um formando).

Por outro lado, alguns formandos mencionaram locais onde se realiza trabalho prático:

1. laboratório, referido por dois do 11º grupo e por um do 4º grupo;
2. laboratório ou sala de aula, referidos por um do 11º grupo;
3. em aula ou fora dela, referidos por um do 4º grupo.

Pergunta 1.2: Situando-se no contexto da sua prática lectiva diga o que entende por trabalho experimental

Tabela 1.2.1 – Número de formandos em cujas respostas explicitamente se referem alunos, processos ou actividades que integram trabalho experimental e seus efeitos.

	Alunos		Processos ou Actividades			Efeitos-estimula ...		
	Geral	Grupo	PE/Obs	Exper	Várias	TPICLVE	Comp	P-Cc
4° A e 4° B	1	1	---	9	---	---	1	---
11° B	3	---	5	2	3	1	1	1

PE/Obs: execução de um plano experimental, ou observação de materiais; Exper: envolve experimentação; Várias: referência a diversas actividades, incluindo realização de experiências; TPICLVE: trabalho prático estimula interligação entre os conteúdos leccionados e a sua verificação experimental; Comp: promove o desenvolvimento de competências; P-Cc: estimula processos requeridos para formular conclusões.

Na categoria *Várias*, referente a *Processos ou Actividades*, considerou-se respostas que referiam, por exemplo, "... actividades como: formulação de hipóteses; planificação e realização de experiências; recolha e interpretação de dados...". Na categoria designada *Grupo*, referente a *alunos*, considerou-se uma resposta que mencionava que os alunos trabalham em grupos e que, para compararem resultados, a interacção inter-grupos é incentivada.

Tabela 1.2.2 – Número de formandos em cujas respostas se mencionam problemas e sua génese, e natureza do trabalho experimental.

	Problemas		Origem de problemas		Trabalho experimental-natureza		
	Resp	Res	Cont. Al	Dado	IP/H+ME/C	L, C+misto	Geral
4° A e 4° B	---	2	---	1	2	---	8
11° B	4	---	2	---	1	1	---

Resp: responder; Res: Resolver; Cont. Al: formulação pelo professor ou em discussão orientada, ou emergente de interesses dos alunos; IP/H+ME/C: Identificação do problema/hipótese, seguido de aplicação do método experimental/científico; L, C + misto: trabalho laboratorial, de campo e misto; Geral: referência a trabalho experimental como prático, ou laboratorial ilustrativo, verificativo e demonstrativo, ou envolvendo controlo de factores/variáveis

Tabela 1.2.3 – Número de formandos cujas respostas mencionam locais de realização de trabalho experimental e recursos necessários.

	Local			Recursos Necessários			
	Lab	Lab ou não	Aula ou não	Prot	Mat esp	Mat+Prot	Mét+Org
4º A e 4º B	1	2	1	1	1	---	1
11º B	---	2	---	2	1	1	---

Prot: protocolo (seguir); Mat esp: materiais e equipamentos específicos; Mat+Prot: material adequado e protocolo; Mét+Org: método e organização tipificados

Tabela 1.2.4 – Número de formandos cujas respostas se referem a objectivos do trabalho experimental e a recursos estratégicos.

	Objectivos					Recursos Estratégicos		
	TH	CME	VLP	IC	A/CC	PMC	CAP	Req
4º A e 4º B	2	1	1	1	2	---	3	---
11º B	1	---	---	---	---	2	---	1

TH: Testar hipóteses; CME: Conhecer materiais e equipamentos, compreender o seu funcionamento e manipular correctamente o material; VLP: verificar leis, princípios e relações de grandeza; IC: Introduzir conceitos; A/CC: aquisição, ou consolidação, de conhecimentos PMC: pressupõe metodologias científicas; CAP: pressupõe confrontar alunos com problema cuja resolução requer experimentação; Req: requisitos de trabalho experimental.

Na Tabela 1.2.1, categoria *Geral*, referente a *alunos*, adoptou-se designações idênticas às da Tabela 1.1.1. Nesta categoria incluíram-se respostas às perguntas 1.1 e 1.2 cujos conteúdos são também idênticos. Por força do conteúdo das respostas à pergunta 1.3 procedeu-se, nos casos aplicáveis, de modo semelhante. Genericamente as categorias de respostas às perguntas 1.1, 1.2, 1.3 e 1.4, com designações semelhantes correspondem a conteúdos semelhantes, por isso remetem-se os leitores para informação adicional inserida no contexto da análise das respostas à pergunta 1.1.

Pergunta 1.3: Situando-se no contexto da sua prática lectiva diga o que entende por trabalho laboratorial.

Tabela 1.3.1 – Número de formandos em cujas respostas explicitamente se referem alunos, processos ou actividades que integram trabalho laboratorial e seus efeitos.

	Alunos			Processos ou Actividades			Efeitos
	Geral	FP/PE/Q/PI	Sist. Apren	Exper	MI/ML	EN/RI/R	AAT
4° A e 4° B	---	4	---	8	1	---	4
11° B	1	---	1	7	3	3	1

FP/PE/Q/PI: formulação de problemas, ou propostas de experiências, ou questionamento do trabalho realizado, ou transparece ideia de percurso investigativo; Sist. Apren: sistematização da aprendizagem; Exper: envolve experimentação; MI/ML: envolve manipulação de instrumentos, ou de material de laboratório; EN/RI/R: envolve estudar o natural, ou o real, recriando-o, ou investigando-o; AAT: aquisição e aplicação de técnicas

Tabela 1.3.2 – Número de formandos cujas respostas se referem à natureza do trabalho laboratorial, ao local em que se realiza e a recursos estratégicos.

	Trabalho laboratorial - natureza				Local	Recursos Estratégicos			
	CF/V	TP	Ilustrat	I/RP	Lab	SProt	OProt	ERel	NS
4° A e 4° B	1	---	2	2	7	3	1	2	1
11° B	1	2	---	3	5	2	---	1	---

CF/V: controlo de factores, ou de variáveis; TP: trabalho prático; Ilustrat: Ilustrativo; I/RP: Investigativo ou de resolução de problemas; Lab: Laboratório; Sprot: Seguir protocolo; Oprot: Organizar protocolo; Erel: elaborar relatório; NS: Normas de segurança.

Pergunta 1.4: Situando-se no contexto da sua prática lectiva diga o que entende por trabalho de campo.

Tabela 1.4.1 – Número de formandos em cujas respostas explicitamente se referem alunos e a características do trabalho de campo.

	Alunos		Características do trabalho de campo					
	AE	MCMP	E/TP	RAE/L	CA/R	FTPE	APTL	FTP
4° A e 4° B	1	---	2	3	1	---	2	---
11° B	---	1	5	2	3	1	---	1

AE: Aprendizagens efectivas, desenvolvimento de capacidades psicomotoras e sócio-afectivas; MCMP: motivação sem constrangimentos artificiais, contacto com "matéria prima"; E/TP: Estudo e/ou recolha para tratamento posterior; RAE/L: Realização de actividades experimentais/laboratoriais; CA/R: Contacto com o ambiente / real; FTPE: Fase do trabalho prático experimental; APTL: Aspecto particular de trabalho laboratorial; FTP: Fase de trabalho de projecto.

Tabela 1.4.2 – Número de formandos cujas respostas se referem à natureza do trabalho de campo.

	Natureza do trabalho de campo								
	VAT	IC	OID	VTE	LPT	FTP	PTE	IPI	ITIE
4° A e 4° B	1	---	---	1	---	---	2	2	1
11° B	---	1	1	---	1	1	3	1	---

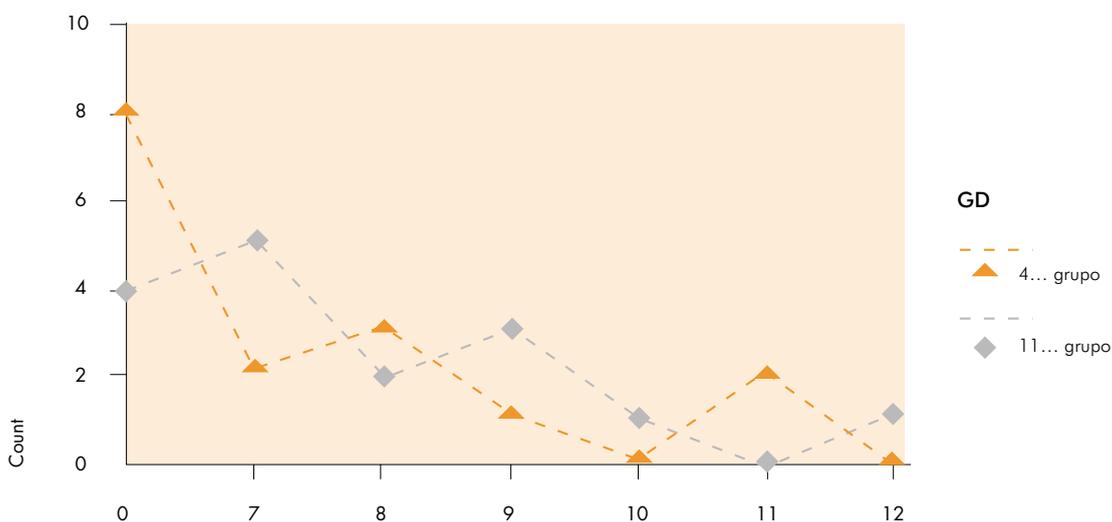
VAT: Verificação de aspectos teóricos; IC: Integração de conteúdos; OID: Observação, identificação e descrição ...; VTE: Verificação do trabalho experimental; LPT: Levantamento de problemas de trabalho; FTP: Forma de trabalho prático; PTE: Preparação de trabalho experimental / tratamento laboratorial posterior; IPI: Ideia de percurso investigativo; ITIE: Interação com tecnologia inexistente na Escola.

Tabela 1.4.3 – Número de formandos cujas respostas se referem especificamente a investigação e observação, a locais onde se realiza e aos objectivos do trabalho de campo.

	Referências a ...		Objectivos			Local	
	Investigação	Observação	RE/D	RA/M	RD/IA/M	MN	FSA
4º A e 4º B	2	5	3	3	4	---	5
11º B	---	---	2	3	2	1	5

RE/D: Recolher elementos/dados; RA/M: Recolher amostras/materiais; RD/IA/M: Recolher dados / informação e amostras/materiais; MN: Meio natural; FSA: Fora da sala de aula.

A figura 1 reproduz um dos gráficos registados e processados com SPSSS cuja informação integra a Tabela 1.4.1. Os dados constantes das tabelas, extraíram-se de registos gráficos do tipo do apresentado, a título de exemplo, nesta figura.



7- Estudo/tratamento posterior; 8- Actividades exp./lab; 9- Contacto com ambiente/real; 10- fase de tp; 11- aspecto de tl; 12- fase de trabalho de projecto

Figura 1 - Gráfico do número de respostas, por grupo de docência, que referiram características do trabalho de campo referidas na legenda.

Após análise de conteúdo, categorização e codificação de todas as respostas à pergunta 2 (Que relações estabelece entre trabalho prático, trabalho experimental, trabalho laboratorial e trabalho de campo), integrou-se a informação relevante no ficheiro de dados para processamento com SPSS. As tabelas 2.1, 2.2 e 2.3 sumarizam resultados de procedimentos de estatística descritiva realizados.

Tabela 2.1 – Número de formandos cujas respostas não se compreendem ou o que escrevem não responde à pergunta, ou veiculam ideias de complementaridade entre trabalho prático, trabalho experimental, trabalho laboratorial e trabalho de campo, ou ainda, veiculam ideias de algum destes tipos de trabalho sustentar outros.

	NC/ NRP	Trab X complementa Y		Trabalho X sustenta trabalho Y		
		Não explica	Lab - C	C-Exp	C-Lab	C-Exp-Lab
4º A e 4º B	5	5	---	---	---	---
11º B	2	3	2	2	1	1

NC/NRP não se compreende ou o que escrevem não responde à pergunta; Trab: trabalho; Lab - C: trabalho laboratorial complementa o de campo; C-Exp, C-Lab, C-Exp-Lab: trabalho de campo sustenta o experimental, ou o laboratorial, ou o experimental e o laboratorial, respectivamente.

Tabela 2.2 – Número de formandos cujas respostas veiculam ideias que algum(ns) tipo(s) de trabalho inclui outro(s) acerca dos quais foram questionados.

	Trab. Prático inclui		Trab. Exp. inclui		Trab. Lab. inclui	
	Trab Exp	Trab Exp, Lab e de C	Trab Lab e de C	Trab. P, Lab. e de C.	Trab Exp	Trab Exp e P
4º A e 4º B	1	3	3	2	---	---
11º B	1	6	5	2	1	1

Trab: trabalho; C: campo; Exp: experimental; Lab: laboratorial; P: prático

Tabela 2.3 – Número de formandos cujas respostas veiculam ideias que trabalho de campo inclui outro(s) tipos de trabalho acerca dos quais foram questionados.

	Trabalho de campo inclui ...				
	Trab Exp	Trab Lab	Trab Exp e P	Trab Exp e Lab	Trab Exp, Lab e P
4° A e 4° B	1	---	---	1	---
11° B	1	1	1	---	2

Trab: trabalho; C: campo; Exp: experimental; Lab: laboratorial; P: prático

4.6. Discussão e conclusões preliminares

Como se já se referiu, um dos propósitos da administração do questionário aos professores-formandos foi detectar percepções e perspectivas de trabalho prático, experimental, laboratorial e de campo (ver 4.2. *Propósitos*). Também se referiu que, devido a constrangimentos de tempo, apenas se tratou e analisou, seguindo os procedimentos anteriormente descritos, as respostas às cinco primeiras perguntas do questionário (ver 4.4. *Análise e Tratamento das Respostas dos Formandos ao Questionário*). Esta é uma das razões justificativas deste título "Discussão e Conclusões Preliminares". Outras haverá, certamente!

Embora a formulação das quatro questões, relativas àqueles tipos de trabalho, expressamente remetesse para as práticas lectivas de cada um, da análise de conteúdo de algumas das respostas ficam dúvidas se aquelas efectivamente se terão balizado por tais práticas. Alguns exemplos relativos a trabalho de campo afiguram-se elucidativos. De facto, tendo em conta que actividades de campo não integram o património educativo de Física e de Química, esperar-se-ia que os professores-formandos do 4º grupo o assumissem e explicitassem nas suas respostas, o que não aconteceu. Todavia, estas distinguem-se das dos professores-formandos do 11º grupo, fundamentalmente em dois aspectos:

1. Em algumas respostas do 11º grupo considera-se actividades realizadas ou centradas em ambientes naturais, enquanto outras, não os mencionando expressamente, parecem pressupô-los pela forma como discorrem acerca de trabalho de campo, e que, de resto, se repercute em informação da Tabela 1.4.1. Por outro lado, 3 professores-formandos do 11º grupo expressaram contacto com o "ambiente natural", enquanto apenas 1 do 4º grupo se referiu a "contexto real" (todos incluídos na categoria designada CA/R). Transparece das respostas do 4º grupo uma concepção mais lata de trabalho de campo, incluindo actividades que "envolvem saídas da Escola" de que se destacam "visitas de estudo a rios, praias, fábricas, museus, Universidades". Referindo-se a algo natural, respostas deste grupo como "no local onde ocorrem de forma natural os fenómenos a estudar", ou "sobre o carácter evolutivo de um

determinado conceito, o conhecimento das implicações de ordem social e económica de uma descoberta ou invenção", evidenciando que os significados destes serão diversos dos presumivelmente pressupostos pelos professores-formandos do 11º grupo que se referiram ao ambiente natural. De resto, a última transcrição reporta-se a trabalho de campo no âmbito das designadas *ciências sociais e humanas*, indiciando alusão a actividades diversas das de aulas de ciências curriculares, por exemplo a projectos de investigação em didáctica das ciências;

2. Acentuada incidência e ênfase, no 4º grupo, em "recolha de amostras/material/ e/ou de dados/informação" para tratamento posterior, referida por 10 professores-formandos deste grupo. Embora estes sejam também objectivos expressos por 7 do 11º grupo (ver Tabela 1.4.3), os contextos em que surgem não permitem que, com generalidade semelhante à constatada no 4º grupo, se infira que trabalho de campo se limita àquelas "recolhas", ou que essas sejam consideradas ideias dominantes, os atributos do trabalho de campo que efectivamente o distinguem de outros. Neste grupo, identificaram-se casos (entre os que os referem) em que aqueles objectivos surgem conjuntamente com referências a outras actividades, ou requisitos, de forma claramente articulada. Por exemplo, "... pode efectuar-se: a recolha/registo de materiais/dados do meio ambiente natural para estudo posterior na sala de aula, a verificação (que pode envolver experimentação) de aspectos teóricos desenvolvidos anteriormente, levantamento de problemas para analisar posteriormente.", ou "... pressupõem, necessariamente, actividades pré e pós saída na sala de aula: 1 - Na sala - definição/reconhecimento de objectivos com os alunos; clarificação das tarefas a realizar "no campo", pesquisa para conhecimento dos aspectos contextuais acessórios aos objectivos do trabalho de campo mas susceptíveis de no local perturbarem a atenção/concentração dos alunos. 2 - No campo - realização das actividades pré-definidas e, eventualmente, questões. 3 - Na sala - tratamento de dados recolhidos e avaliação do grau de consecução dos objectivos."

Saliente-se que "recolha de amostras/material/ e/ou de dados/informação" só não aparece como dominante numa das 10 respostas do 4º grupo. Nesta, distingue-se entre trabalho de campo desejável e implementado e, neste contexto, destacam-se outras ideias, designadamente, de *investigação* para trabalho de campo desejável. No entanto, em aparente consonância com as restantes 9 respostas, refere-se que trabalho de campo, na prática lectiva, se tem reduzido "à recolha de materiais" para posterior estudo em laboratório, emergindo, assim e no que se refere a este *trabalho*, aparente convergência de práticas. "Entendido, como trabalho de observação e recolha de dados, num contexto real, com o objectivo de identificar e caracterizar uma determinada situação ou problema, para, numa fase seguinte e após estudo e definição de soluções, se produzir uma intervenção nesse contexto, este tipo de trabalho tem-se resumido na minha prática lectiva à recolha de materiais para o estudo no laboratório de algumas das suas características, em particular nas disciplinas da componente técnica."

Destaca-se seguidamente, com base nos resultados, mormente os registados nas tabelas de 1.1.1. a 2.3, algumas tendências identificadas, que se apresentam com referência a cada tipo de trabalho considerado.

A. Pontos de vista relativos a **trabalho prático** – tendências identificadas:

1. É genericamente mencionado como actividade de *ensino* (ver Tabela 1.1.1), por alguns professores-formandos do 11º grupo (4), e expressamente referido por 3 como actividade que envolve *alunos* (ver Tabela 1.1.1 e texto a seguir); no 4º grupo, referindo-se a *ensino*, 2 consideram-no como *trabalho experimental* (ver Tabela 1.1.1);
2. Maior número do 11º grupo do que do 4º grupo (ver Tabela 1.1.2), que o caracterizam referindo-se a *capacidades e competências dos alunos* (4 versus 0); que mencionam explicitamente discussão em grupo (2 versus 0). Quanto aos que, explícita ou implicitamente, consideram o *papel principal dos alunos em tarefas*, verifica-se o inverso: 4 (4º grupo) versus 0 (11º grupo);
3. Maior número do 11º grupo do que do 4º grupo (ver Tabela 1.1.3), que o consideram actividade de *resolução de problemas* (5 versus 1) verificando-se o inverso na categoria *aplicação de conhecimentos*: 5 (4º grupo) versus 0 (11º grupo);
4. Igual número (2) em cada grupo que o caracterizam mencionando *realização de experiências* (ver Tabela 1.1.2) e maior número do 4º grupo do que do 11º grupo (ver Tabela 1.1.3) que o caracterizam como *actividades laboratoriais* (2 versus 0) ou como *actividades experimentais, laboratoriais e de campo* (3 versus 0).

B. Pontos de vista relativos a **trabalho experimental** – tendências identificadas:

1. É genericamente relacionado com *experimentação* pela maioria dos professores-formandos do 4º grupo (9) e do 11º grupo (10), embora neste se distribuam pelas categorias *Exper* (2), *PE/Obs* (5) e *Várias* (3) (ver Tabela 1.2.1, colunas referenciadas *Processos ou Actividades*). Algumas das respostas incluídas em *PE/Obs* mencionam a execução de um plano, de que transparece ênfase em *protocolos*; em *Várias* incluem-se respostas que, para além de "realização de experiências", incluem outras actividades, como por exemplo "formulação de hipóteses; recolha e interpretação de dados, com a finalidade de responder a um problema", ou "... planificação de metodologia a seguir";
2. É maior o número dos do 4º grupo (ver Tabela 1.2.2) que, tentando abordar a sua *natureza*, o fizeram de uma forma *geral* – considerando-o como *trabalho prático*, ou *laboratorial ilustrativo, verificativo e demonstrativo*, ou ainda envolvendo *controlo de factores/variáveis* (8 versus 0), ou explicitaram *identificação do problema, ou de hipóteses, seguido de aplicação do método experimental, ou científico* (2 versus 1, ver coluna *IP/H+ME/C*), verificando-se o inverso nos que o consideram *trabalho de campo, laboratorial e misto*: 0 (4º grupo) versus 1 (11º grupo). Maior número dos do 11º grupo que o consideram actividade para *responder a problemas* (4 versus 0), *formulados pelo professor* ou resultando de *discussão por ele orientada*, ou emergente de interesses dos alunos (2 versus 0), verificando-se o inverso na categoria *resolver problemas*: 2 (4º grupo) versus 0 (11º grupo), e na que indicia que os alunos não intervêm na sua identificação e/ou definição, considerando que os problemas são *Dados*: 1 (4º grupo) versus 0 (11º grupo);

3. É maior o número dos do 4º grupo (ver Tabela 1.2.4) que, como objectivos de trabalho experimental, mencionam *aquisição de conhecimentos ou sua consolidação* (2 versus 0) e que explicitam confrontar alunos com problema cuja resolução requer experimentação (3 versus 0), verificando-se o inverso nos que explicitam que trabalho experimental *pressupõe metodologias científicas*: 0 (4º grupo) versus 2 (11º grupo).

C. Pontos de vista relativos a **trabalho laboratorial** – tendências identificadas:

1. É relacionado com *laboratório* (ver Tabela 1.3.2) por 44 % dos professores-formandos do 4º grupo (7) e por 31% dos do 11º grupo (5), e genericamente relacionado com *experimentação* (ver Tabela 1.3.1) por 50% dos do 4º grupo (8) e por 44 % dos do 11º grupo (7). Nestes, constata-se que é maior o número dos do 11º grupo que explicitam que envolve *manipulação de instrumentos ou de material de laboratório* (3 versus 1, ver coluna MI/ML), mencionam *estudar o natural ou o real, recriando-o ou investigando-o* (3 versus 0, ver coluna EN/RI/R), constatando-se o inverso em *Efeitos – aquisição e aplicação de técnicas*: 1 (11º grupo) versus 4 (4º grupo) e na referente a *formulação de problemas, ou propostas de experiências, ou questionamento do trabalho realizado, ou percurso investigativo, relativa a alunos*: 0 (11º grupo) versus 4 (4º grupo);
2. É maior o número dos do 4º grupo (ver Tabela 1.3.2) que explicitam *elaborar relatório* (2 versus 1), que se referem ao carácter *ilustrativo* (2 versus 0), que mencionam *protocolos* (4 versus 2) - no 4º grupo distingue-se entre *seguir protocolos* (3) e *organizar protocolos* (1). Verifica-se o inverso nos que consideram trabalho laboratorial de natureza investigativa ou de resolução de problemas: 2 (4º grupo) versus 3 (11º grupo), ou como *trabalho prático*: 0 (4º grupo) versus 2 (11º grupo).

Finalmente, com base em alguns dos aspectos já referidos e na informação recolhida da análise das respostas referentes a relações entre trabalho prático, trabalho experimental, trabalho laboratorial e trabalho de campo, destaca-se:

1. Dificuldades em caracterizar estes tipos de trabalho, evidenciadas por respostas extremamente genéricas, por exemplo "Quando pressupõe uma actividade por parte do aluno" (trabalho prático), ou "Uma actividade de natureza investigativa" (trabalho experimental), bem como pela aparente confusão entre alguns deles (e.g. trabalho prático e experimental, ou trabalho experimental e laboratorial, ou trabalho prático, experimental e laboratorial);
2. Não distinção, ou sobreposição, entre concepções dos diversos tipos de trabalho, relativamente aos quais foram questionados, e aparente confusão entre elas; o número de respostas incluídas na categoria *não se compreende*, ou o *que escrevem não responde à pergunta* e o número daquelas que, sem o justificarem, consideram que algum destes tipos de trabalho complementa outro (ver Tabela 2.1) poderá indiciar problemas de conceptualização destas actividades, tão frequentemente nomeadas em contextos educativos de ciências e, eventualmente, também frequentemente usadas, por professores e entre professores, com significados diversos sem que disso se tome consciência;

3. Em algumas respostas, indícios de confusão entre resolução de problemas, sua identificação e formulação, bem como entre resolução de problemas e resolução de exercícios, estes de pendor mais ou menos algorítmico eventualmente implícitos ou subjacentes a formulações do tipo "aplicar conhecimentos" ou "consolidar conhecimentos";
4. Diversidade de concepções de trabalho prático, experimental, laboratorial e de campo, dos professores-formandos em função do grupo de docência, já apontadas na discussão de informação constante das tabelas de resultados relativas a cada tipo de *trabalho* e reforçadas pela informação das tabelas 2.2 e 2.3. Atente-se, por exemplo, que 6 (11º grupo) *versus* 3 (4º grupo) consideram que trabalho prático inclui trabalho experimental, laboratorial e de campo, enquanto para 5 *versus* 3, trabalho experimental inclui trabalho laboratorial e de campo. No entanto, informação das mesmas tabelas parece sustentar que, não só professores-formandos dos dois grupos terão destas actividades concepções próximas, como também que algumas destas são partilhadas por número idêntico nos dois grupos;
5. Algumas das concepções de trabalho prático, experimental, laboratorial e de campo (referidas em 4.) aparentam contradição entre si, pelo que as concepções de uns parecem contraditórias das de outros. Ou seja, para além de concepções diversas, algumas das partilhadas por uns parece contradizerem as partilhadas por outros. Veja-se, por exemplo, enquanto para uns trabalho experimental, laboratorial e de campo estão incluídos em trabalho prático (ver Tabela 2.2), para outros é o trabalho prático, conjuntamente com o experimental e o laboratorial, que estão incluído no de campo (ver Tabela 2.3); ou, enquanto uns consideram que trabalho experimental integra trabalho prático, laboratorial e de campo, outro considera que é o trabalho de campo que integra o experimental e o laboratorial (ver Tabela 2.2).

A análise das respostas dos professores-formandos ao questionário, embora incidindo apenas sobre questões relativas a trabalho prático, experimental, laboratorial e de campo, e a relações entre eles, permitiu identificar indicadores da variedade de concepções. Já a discussão de alguns deles, aqui apresentada, revela abundância de concepções acerca daquelas actividades, referidas a contextos e para efeitos de ensino e aprendizagem de ciências. No entanto, os vários actores sociais neles intervenientes frequentemente falam (e escrevem) sobre algumas daquelas actividades com a segurança de quem as considera confluências de conceitos consensuais em universos educativos. Estes pressupostos subjazem a discursos (orais ou escritos) nas escolas, directa e perceptivelmente relacionados com ensino e aprendizagem das ciências, bem como noutras esferas, estas mais distantes e menos perceptíveis. Referimo-nos, por exemplo, a processos e decisões, e a decisões propriamente ditas, de entidades neles envolvidos, designadamente os relativos à definição e implementação de políticas educativas.

Sem aqui pretender abrir, ou alimentar, debates epistemológicos acerca do que é isso de ciências, como se caracterizam, o que as distingue e demarca de outras áreas do conhecimento, é consensual associar a palavra *experimental* a ciências. Contudo, definir e caracterizar *actividade experimental*, no contexto e para efeitos de ensino e aprendizagem de ciências, é que já não é consensual. Os resultados,

aqui apresentados, são disso mais uma evidência. Claros são também os indicadores de que actividade experimental, laboratorial e prática podem conceptualizar-se como se de sinónimos se tratasse, utilizando-se por isso indistintamente. Quanto ao trabalho de campo, também parece semanticamente amalgamado neste emaranhado de diferentes vocábulos. Importa pois que, em qualquer programa de formação de professores de ciências, ou de qualquer delas, se atribua justificada atenção e relevância ao diagnóstico de concepções de actividades designadas, em contextos educativos, de práticas, laboratoriais, de campo e experimentais. Só então, tendo-os em devida conta, parece adequado e eficaz integrar aspectos importantes do debate epistemológico, subjacente a questionar para clarificar, formulando questões como: O que é ciência? O que distingue ciências de ciência? Porque e para que se *faz*? Porque se ensina ciências? O que se ensina em ciências *versus* o que se deveria ensinar? Como se ensina *versus* o como se deveria ensinar? etc..

Estas questões associam-se e interligam-se com outras relativas a aprendizagem de ciências, designadamente as que se referem às enormes diferenças entre o que, com os currículos de ciências, se pretende que se aprenda e o que efectivamente se aprende. Questões deste tipo terão contribuído para inspirar projectos de investigação, cujos resultados contribuíram para a emergência de metodologias e estratégias de ensino de inspiração construtivista. Já as questões, atrás formuladas, relativas a ciência, ciências e ensino das ciências, e outras que será pertinente formular, deverão inspirar programas de formação de professores de ciências de inspiração construtivista e metacognitiva (e.g., Rodriguez, 1998; capítulo 2 da presente publicação).

Agradecimentos:

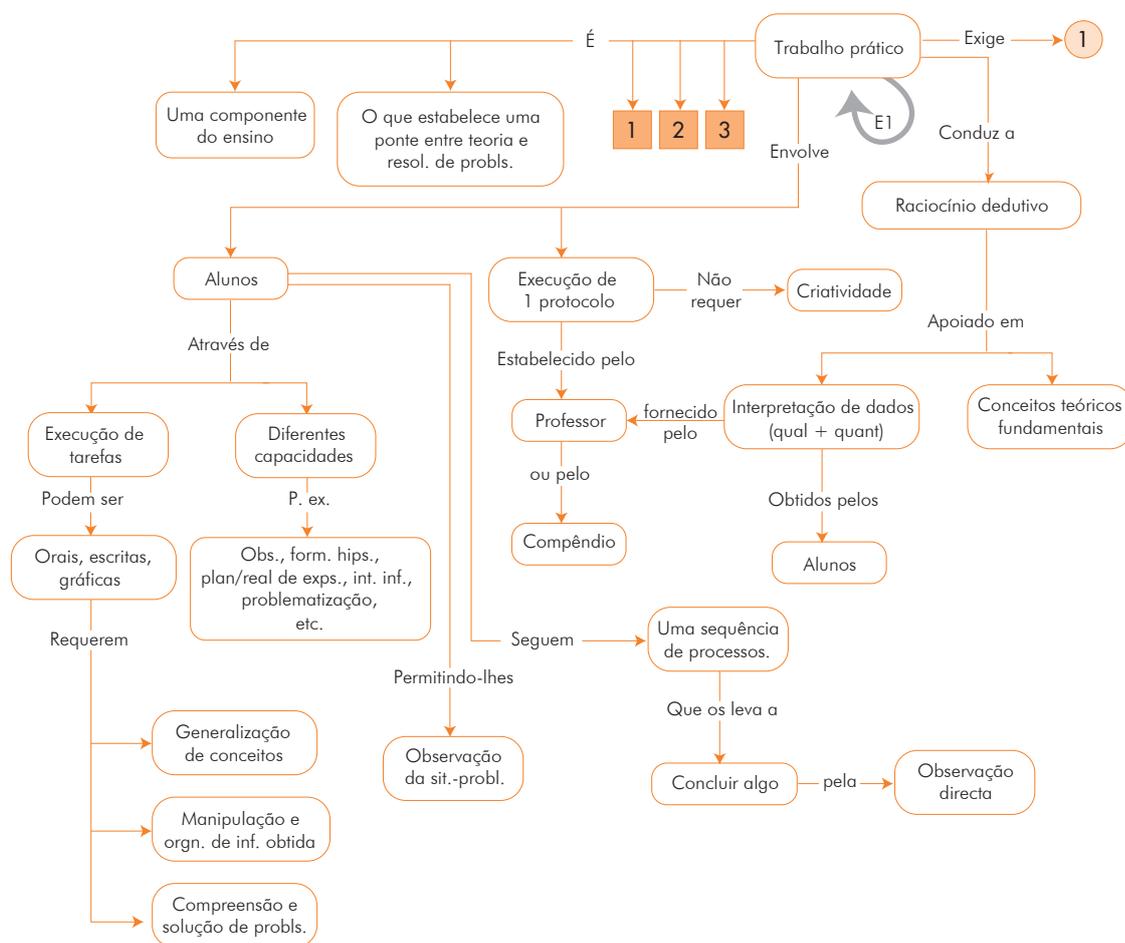
Pela disponibilidade para ler versões anteriores e pelas críticas e sugestões, exprimimos o nosso apreço e agradecemos à Helena Dias.

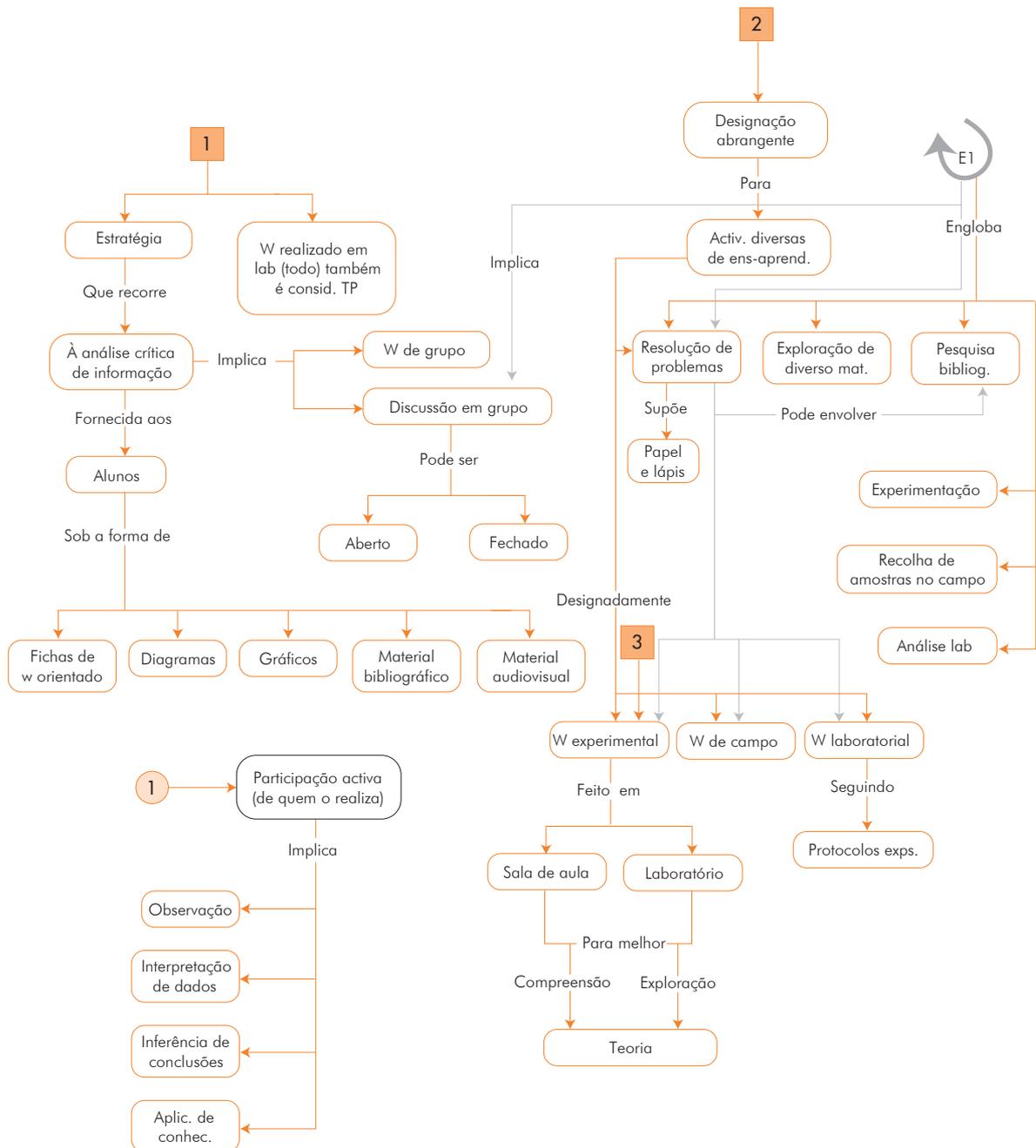
Referências bibliográficas

- Barberá, O. & Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 365-379.
- Cachapuz, A. (1995). O ensino das ciências para a excelência da aprendizagem. Em Carvalho, A. D. (Ed.). *Novas metodologias em educação*. Porto: Porto Editora, 349-385.
- Furió, M. & Gil Pérez, D. (1989). La didáctica de las ciencias en la formación del profesorado: una orientación y un programa teóricamente fundamentados. *Enseñanza de las Ciencias*, 7(3), 257-265.
- Gama, J. M. (1991). Modelos de ensino. Em Oliveira, M. T. (Coord.). *Didáctica da Biologia*. Lisboa: Universidade Aberta.
- García Barros, S. et al. (1995). El trabajo práctico: una intervención para la formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 203-209.
- Gil Pérez, D. & Valdés Castro, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 155-163.
- Gil Pérez, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y saber hacer los profesores de ciencias?. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77.
- Grau, R. (1994). Qué es lo que hace difícil una investigación. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales - Los trabajos prácticos*, 2, 27-35.
- Hodson, D. (1992). Assessment of practical work. Some considerations in philosophy of science. *Science and Education Review*, 1, 115-144.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 22, 85-142.
- Hopkins, D. (1989). *A teacher's guide to classroom research*. Milton Keynes: Open University Press.
- Marcelo, C. et al. (1991). *El estudio de caso en la formación del profesorado y la investigación didáctica*. Badajoz: Universidad de Sevilla.
- Santos, M. E. (1991). Dimensão epistemológica do ensino das ciências. Em Oliveira, M.T. (Coord.). *Didáctica da Biologia*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Watson, J. R. (1994). Diseño y realización de investigaciones en las clases de ciencias. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales - Los trabajos prácticos*, 2, 57-65.
- Zabalza, M.A. (1994). *Diários de aula - Contributos para o estudo dos dilemas práticos dos professores*. Porto: Porto Editora.

Anexo 1

Diagrama de resposta à pergunta 1.1, elaborado para definição de categorias de respostas



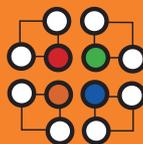


ENSINO EXPERIMENTAL NAS CIÊNCIAS

#1



Lisboa, Setembro/2000



eec
ensino experimental
ciências



Ministério da
Educação



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DO ENSINO SECUNDÁRIO