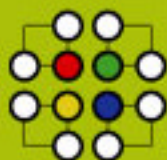


ENSINO EXPERIMENTAL DAS CIÊNCIAS

MATERIAIS DIDÁCTICOS 2



DEC
ensino experimental
das ciências

ENSINO EXPERIMENTAL DAS CIÊNCIAS

MATERIAIS DIDÁCTICOS .2

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 Materiais Didáticos 2

Coordenação

J.M.Serra

Autores

A. Mateus

A. Veríssimo

J. Maia Alves

J.M. Serra

R. Ribeiro

Índice

- 7 Nota de abertura
- 11 1. Introdução
J. M. Serra
Coordenador
- 13 2. Percursos experimentais desenvolvidos durante a 3^a Acção: alguns exemplos
J.M.Serra, J. Maia Alves, A. Mateus
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
- 37 3. Notas complementares a propósito de questões levantadas durante a 3^a Acção
 - 39 3.1 Sobre a medição de algumas características das ondas sonoras
J. Maia Alves, J.M.Serra
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
 - 47 3.2 Sobre a visualização tridimensional do relevo e a execução de blocos diagrama
A. Mateus
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa
 - 57 3.3 Trabalho de Campo em Biologia
Rui Ribeiro, António Veríssimo
Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Nota de Abertura

DOMINGOS FERNANDES

Director do Departamento do Ensino Secundário

Materiais Didácticos 2

Esta publicação faz parte de uma colecção que surge como resultado do projecto Formação no Ensino Experimental das Ciências, promovido pelo Departamento do Ensino Secundário em parceria com as Associações Científicas e Associações de Professores que integram a Comissão de Acompanhamento do Ensino das Ciências. Esta brochura documenta o trabalho desenvolvido pelos professores-formandos durante a 3ª Acção de Formação, que possibilitou a concretização com os seus alunos de processos equivalentes aos por si previamente testados.

A lógica que preside a estas acções é a de que nas escolas secundárias se deve promover uma relação com o conhecimento e com o saber que seja eminentemente concreta e prática, em vez de verbal ou retórica. O apoio à formação de professores tem por isso merecido uma atenção especial por parte do DES.

Materiais 2, seguindo a perspectiva anteriormente referida, visa contribuir para o desenvolvimento de competências científicas e didácticas com vista à concretização de actividades práticas de carácter investigativo que fomentem a construção pelos alunos do seu próprio conhecimento e apoiem os professores na implementação de um ensino renovado das Ciências.

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 obrigado pela contribuição prestada.

1

Introdução

Introdução

J. M. SERRA

Coordenador

A construção, desenvolvimento e vivência de um percurso experimental pelos formandos durante as duas primeiras Acções de Formação no Ensino Experimental das Ciências foi, durante a 3ª Acção, subsequentemente estendida a diferentes Escolas possibilitando a concretização com os seus alunos de processos equivalentes aos por si previamente testados.

Este tomo procura documentar, ainda que palidamente, o trabalho desenvolvido pelos formandos e respectivos alunos durante a 3ª Acção de Formação. Os diversos projectos desenvolvidos nas diferentes áreas vão desde o estudo da propagação do som e das ondas sísmicas à caracterização das formas de vida em ambientes extremos, passando pela análise da água e dos solos em diversos locais.

Por questões de tempo e de espaço, não se afigura possível apresentar descrições pormenorizadas dos diversos projectos desenvolvidos que, de algum modo, permitissem aos leitores uma visão mais profunda dos aspectos didácticos e científicos que a construção de tantos e tão variados percursos implicou. Apresenta-se, porém, uma lista dos formandos e seus contactos para quem estiver interessado em conhecer mais detalhadamente algum dos projectos desenvolvidos.

Neste tomo figuram exemplos extraídos de alguns projectos desenvolvidos pelos formandos, descrevendo a construção do percurso experimental, a par de técnicas experimentais de determinação de algumas grandezas físicas que são comuns a diversos projectos, assim como uma contribuição em que se fornecem informações e se avança com sugestões sobre alguns aspectos a observar quando se realiza trabalho de campo.

2

Percursos experimentais
desenvolvidos durante a
3ª Acção: alguns
exemplos

2. Percursos experimentais desenvolvidos durante a 3ª Acção: alguns exemplos

J.M.SERRA, J. MAIA ALVES, A. MATEUS

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

1. Introdução

Um dos objectivos primordiais das Acções de Formação promovidas pelo DES consistiu na conceptualização e aplicação de um modelo de cariz investigativo ao ensino experimental nas Escolas, como aliás se afirmava no edital sobre "Formação de Professores no Ensino Experimental das Ciências". A 3ª Acção de Formação no Ensino Experimental das Ciências (AF3) tentou transpor para contextos escolares o modelo desenvolvido nas duas primeiras Acções. Com efeito, no Edital onde se anunciavam as Acções de Formação dizia-se que:

Este plano de formação tem como objectivo último formar professores que darão apoio, nas escolas da sua área pedagógica, à implementação dum ensino renovado das Ciências em que o trabalho prático (experimental e de campo) adquira papel determinante e decisivo.

Neste contexto definem-se como objectivos primordiais desta formação os seguintes:

- Questionar, reflectir e discutir crenças, convicções e práticas dos professores de Ciências Físicas e Naturais, acerca do trabalho prático (experimental e de campo)
- Desenvolver competências científicas disciplinares e interdisciplinares e competências didácticas necessárias à implementação de actividades práticas (experimentais e de campo), numa perspectiva investigativa.
- Desenvolver competências necessárias e apropriadas a posturas reflexivas relativamente ao trabalho prático (experimental e de campo), e ao papel

- ▶ que pode assumir no desenvolvimento profissional, na prática docente e nas aprendizagens dos alunos.
- Promover o diálogo e a cooperação entre os professores dos três grupos: 4ºA, 4ºB e 11ºB, 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.

(Ofício Circular nº34/99)

Estes objectivos derivam da simples verificação que

O trabalho experimental, componente fundamental para uma educação em Ciência, é implementado, frequentemente, nas aulas de Ciências (Biologia, Física, Geologia e Química) fazendo uso apenas de demonstrações e/ou verificações experimentais, seguindo "receitas" ditadas pelos professores ou pelos manuais, não sendo concebido como uma actividade de natureza investigativa, baseada num processo cooperativo de resolução de problemas. Daí a necessidade de desenvolver, nos professores, as competências necessárias à concepção, elaboração e avaliação de actividades de aprendizagem experimental, promotoras das capacidades de pensamento crítico e raciocínio dos alunos. Assim, valorizar o ensino experimental das Ciências constitui uma das prioridades do Departamento do Ensino Secundário, bem como promover a interdisciplinaridade de modo a desenvolver uma visão integrada de Ciência.

Programa de formação no Ensino Experimental das Ciências (Prodep)

O texto que se segue procura documentar exemplos concretos de acções desenvolvidas em ambiente escolar, usando, por isso, intensivamente, extractos de relatórios apresentados pelos formandos após a AF3. Não se pretende com isto dizer que os objectivos anteriormente enunciados foram plenamente alcançados. Para esse facto concorreram não só condições exteriores à AF3 (equipamentos existentes nas escolas, instalações, tempos lectivos etc.), como também condicionalismos (sobretudo de tempo) da própria Acção de Formação. No entanto, mesmo tendo em conta tais constrangimentos, pensamos que a aplicação à prática lectiva do modelo desenvolvido nas primeiras Acções revela que é possível perspectivar e realizar o ensino experimental de forma mais interactiva e significativa para os alunos.

Não será demais realçar que os projectos aqui referenciados foram desenvolvidos pelos formandos nas suas escolas ao longo da AF3 e que o mérito dos resultados alcançados se deve principalmente ao seu esforço e empenhamento, contando com o apoio dos respectivos alunos. Estes projectos foram acompanhados pelos formadores e restantes formandos durante as sessões plenárias realizadas ao longo da AF3.

Estes projectos procuram consubstanciar os objectivos que, em nosso entender, deverão guiar a educação em Ciências, nomeadamente:

- Aquisição de conhecimentos científicos fundamentais para a compreensão do Mundo em que vivemos;
- Estímulo da curiosidade e do interesse pela ciência;
- Desenvolvimento da capacidade de utilização desse saber na vida quotidiana através da resolução de problemas concretos;
- Desenvolvimento de uma consciência crítica sobre os benefícios e malefícios do desenvolvimento científico e tecnológico, nomeadamente, no que diz respeito às suas implicações para as tão apregoadas medidas de desenvolvimento sustentável da Sociedade.

A par dos propósitos gerais acima enunciados, salientam-se como objectivos específicos:

- Promover a compreensão dos fenómenos, suas leis, numa perspectiva de estruturação do real;
- Desenvolver capacidades que levem à observação crítica e à formulação de hipóteses de trabalho (de explicação) passíveis de serem testadas;
- Desenvolver a capacidade de concepção de procedimentos e selecção de equipamentos que permitam a verificação das hipóteses formuladas;
- Generalizar o uso de instrumentos científicos, utilizando técnicas de operação correctas, a par da observação das normas de segurança;
- Promover a realização de experiências, incrementando capacidades para saber analisar e extrair a informação relevante a partir dos dados obtidos;
- Desenvolver a capacidade de análise crítica dos resultados obtidos, nomeadamente no que diz respeito à incerteza das medidas realizadas, e a outras causas, capaz de levar a concepções mais elaboradas ou à reformulação de hipóteses;
- Desenvolver capacidades de aplicação do conhecimento científico a problemas não familiares; sistematizar ideias; organização, planificação e conceptualização de experiências adequadas à resolução de novos problemas;
- Promover a comunicação com os outros e o trabalho em equipa.

2. A construção de um percurso experimental

A construção de um percurso experimental pode ser sintetizada no seguinte conjunto de etapas enunciadas durante a AF:

- Questionar, do ponto de vista científico, uma realidade objectiva;
- Decompor esta realidade complexa em problemas concretos, de âmbito meramente disciplinar ou interdisciplinar;
- Seleccionar os problemas mais pertinentes em face da realidade, da sua experiência e do confronto com os problemas levantados por outros intervenientes (de outras áreas científicas ou da mesma área)
- Definir um conjunto de objectivos que, depois de cumpridos, se julga serem relevantes na resolução dos problemas levantados e que contribuam para compreensão da realidade;
- Elaborar um programa de trabalho (estratégias e técnicas) que permita alcançar os objectivos previamente enunciados;
- Adaptar o programa de trabalho à realidade escolar envolvente;

Nas secções seguintes ilustraremos as diversas etapas de construção de um percurso experimental, usando extractos de diversos relatórios apresentados pelos formandos após a AF3.

2.1. Selecção do objecto de estudo

Se, por um lado, a formação inicial de professores não se afigura totalmente adequada à promoção de aprendizagens com base em modelos investigativos, também é certo que os alunos não estão à espera que o ensino experimental possa partir do estudo de um objecto real. As citações que seguidamente se apresentam ilustram bem o sentimento contraditório que se instala na maioria dos alunos: entusiasmo sincero associado à simples ideia de olhar para fora da escola, para o Mundo real, a par de sentimento de grande insegurança por terem a noção clara que o que se irá passar será algo mais do que aulas de laboratório, seguindo protocolos rigidamente definidos, em que os resultados são classificados como "deu bem" ou "deu mal". Isto para não citar os que, de imediato e de forma pragmática, se preocupam com a preparação para os exames finais em estreita articulação com a necessidade de cumprir integralmente o programa curricular, tipo de avaliação e classificação final. Isto é, a fuga à práxis instalada aparenta colocar a muitos alunos não uma mais-valia formativa, mas sim uma dúvida (ou desconfiança) sobre as eventuais desigualdades criadas relativamente a outros cuja formação assenta no cumprimento estrito do dever instituído por via dos currícula, muitas vezes imposto de forma rotineira sem cuidar do conhecimento realmente adquirido ou das capacidades efectivamente desenvolvidas, mas que "prepara intensivamente para o exame final" – é claramente a vitória da componente avaliativa sobre a de natureza formativa! ...

Os alunos reagiram com surpresa e expectativa à possibilidade de desenvolverem um estudo sobre um objecto real, do seu meio envolvente, e acolheram com grande entusiasmo a eventual realização de trabalhos no campo.

Em contrapartida mostraram-se um pouco apreensivos por não existirem protocolos predefinidos para orientar eventuais trabalhos práticos e cépticos quanto à necessidade de tais documentos virem a ser por si próprios construídos. Estes aspectos, introduzindo um grau de incerteza que os alunos estranharam, suscitaram alguns receios acerca da avaliação e respectivas consequências na obtenção das classificações desejadas para acesso ao ensino superior.

REF 12

Parecia claro que os alunos consideravam a proposta de trabalho bastante atraente, porém pareciam também temer que o treino adquirido nos anos anteriores não se revelasse eficaz face a obstáculos surgidos na realização de actividades não habituais. Simultaneamente, demonstravam alguma estranheza face à pertinência de realizar trabalhos práticos onde não só não havia garantias de obter os "resultados correctos" como estes nem sequer eram conhecidos.

REF12

A escolha de um objecto real de estudo torna perfeitamente natural uma visão interdisciplinar do real, visão essa que esta formação pretendeu veicular e que está presente nos objectivos primordiais enunciados para a AF3 (ver Ofício Circular nº34/99).

...Uma das surpresas que tivemos com este trabalho foi verificar, ao comparar os conteúdos dos programas das duas disciplinas envolvidas (C.T.V. e T.L.F.), que não era possível um só cruzamento de objectivos comuns, mas que quase todos os assuntos que faziam parte destes programas o permitiam. Decidimos, então, confrontar os alunos com este facto. A motivação foi feita através da passagem de um vídeo suficientemente elucidativo de que a Terra é um planeta dinâmico. Os sismos e os vulcões foram os testemunhos que os alunos identificaram como evidências desse dinamismo. Sendo confrontados com o facto do tema do projecto ser de âmbito curricular das duas disciplinas envolvidas e perante a discussão integrada das linhas programáticas, depressa se aperceberam que há princípios da Física que contribuem para o esclarecimento de fenómenos naturais que ocorrem na Terra, nomeadamente no seu interior, como sismos e vulcões, que por sua vez alteram as condições físicas existentes.

REF11

Na linha do que se passou em momentos anteriores das Acções de Formação pretendia-se, nesta fase, que os formandos fossem capazes de "inventar" por si outras "Mina de S.Domingos". A definição de critérios que ajudem a definir a escolha do objecto foram por isso muito importantes. Eis dois exemplos...

Crítérios para a selecção do objecto de estudo:

- adequabilidade face à unidade de ensino escolhida
- acessibilidade compatível com os tempos lectivos da disciplina
- relevância social
- consensualmente interessante para a turma

REF12

Desde o início prevaleceu a preocupação de que o objecto de estudo e todo o percurso investigativo estivesse integrado nos conteúdos programáticos e fosse desenvolvido apenas, durante os tempos lectivos dos alunos (uma vez que estão totalmente dependentes dos transportes públicos e residentes a mais de trinta minutos da escola) e que pudesse interagir com outras áreas disciplinares de modo a que fosse vivenciado um processo integrado de aprendizagem.

A escolha e a designação do objecto de estudo, surgiram naturalmente e de forma bastante consensual.

As imagens de fontes termais submarinas, a milhares de metros de profundidade, emitindo fluidos a centenas de graus centígrados e rodeadas de incríveis comunidades biológicas, começam a ser familiares a uma parte da população dos Açores. Essas imagens e os relatos das expedições ao fundo do mar têm sido amplamente divulgados pelos meios de comunicação social e suscitam imensa curiosidade.

Na impossibilidade de viajarmos até aos laboratórios abissais do hidrotermalismo Atlântico, as nascentes termais terrestres das Furnas funcionaram como uma alternativa promissora.

Deparámo-nos com um objecto de estudo inesgotável e com inúmeros pontos de contacto com os programas de CTV e TLB1.

REF23

...procurou-se uma solução que correspondesse no essencial aos objectivos da proposta inicial de trabalho, estabelecendo como objectivos principais: o envolvimento dos alunos, a natureza investigativa do processo e a realização de trabalho experimental.





A escolha do objecto/problema(s) a estudar foi assim orientada no sentido de se encontrar problema(s) no âmbito da disciplina de Técnicas Laboratoriais de Física, com potenciais ligações a outras disciplinas, facilmente modelizável no laboratório e que apresentasse ainda uma forte ligação ao mundo real...

REF5

2.2. Decomposição do problema em estudos parcelares

Os problemas que encontramos em situações reais são quase sempre suficientemente complexos para que tenhamos que os decompor em subunidades (séries encadeadas de pequenas questões) que abordam aspectos específicos do problema principal. Os projectos desenvolvidos pelos formandos nas suas escolas não escapam a esta regra, como a análise dos excertos que seguidamente se apresentam revela.

Contudo, procurámos fazê-los entender que alguns dos problemas por eles levantados se resolveriam com uma simples pesquisa bibliográfica ou que eram demasiado latos, para, no tempo disponível, conseguirem uma resposta. Alertámos, também, para a necessidade de subdividir os problemas em questões mais simples que levassem à realização de actividades laboratoriais, chamando a atenção para que um problema deve ser entendido como uma tarefa que, não tendo solução evidente, exige investigação.

REF 11

A aula do dia 19 de Outubro foi dedicada à problematização do objecto de estudo e desse trabalho surgiu então a grande questão "Da vinha ao vinho de qualidade: que processos, que factores."

O grupo I é constituído por vinte e seis alunos do 11º A e treze alunos do 11º C, tendo sido as questões levantadas por este grupo as seguintes: "**Quais as características dos solos da região utilizados em viticultura?**" e "**Quais as características dos solos mais propícias ao desenvolvimento da vinha ?**".

REF17

Cada grupo começou por apresentar, por escrito, um plano das actividades práticas que iriam desenvolver nas aulas de T.L.F. seguintes, com vista ao desenvolvimento de um trabalho iniciado por eles próprios e para responder a uma questão, ou questões levantadas pela leitura e análise de artigos de jornais e revistas. Numa segunda fase procederam à execução das experiências planeadas efectuando, sempre que foi necessário, alguns ajustes e alterações para melhorar o resultado das mesmas. Com alguma pena nossa não conseguimos que esses ajustes permitissem caminhar no sentido da quantificação,





pois as limitações eram tantas, ao nível do material existente, ao nível da preparação prévia a fazer com os alunos, e o tempo era tão pouco ...

... Da análise dos trabalhos executados ressalta a divisão dos subprojectos em cinco temas, em cada um dos quais cabem dois trabalhos desenvolvidos por dois grupos diferentes: Propagação de ondas sonoras, propagação de ondas sísmicas, velocidade de propagação das ondas, origem dos sismos e construção anti-sísmica.

REF11

Numa das escolas os alunos visitaram uma pedreira e, de entre as diversas questões suscitadas, escolheram como parcelares as seguintes:

- Porque se ouve barulho na explosão de uma pedreira? Haverá eco?
- O que é o som?
- As explosões da pedreira podem provocar sismos?
- Como funcionam os protectores auditivos usados pelos trabalhadores na pedreira?

REF9

Ou, noutro caso, a propósito da congelação da água:

- Por que razão rebentam algumas garrafas no congelador? Será pela mesma razão que as fendas em algumas rochas nas montanhas aumentam de ano para ano após o Inverno?
- O que acontecerá quando a água congela que faz aumentar o seu volume?
- Acontecerá o mesmo com outros materiais?
- Porque será que quando abrimos uma garrafa de água quase congelada ela congela imediatamente?
- Será por um processo idêntico que se produzem neve e gelo artificiais?
- Terá isso a ver também com o que acontece com o gás nas canalizações?
- Por que razão a água num recipiente colocado no congelador começa a solidificar a partir da superfície? Será pelas mesmas razões que o mesmo acontece nos lagos?
- Acontecerá o mesmo em todos os lagos?
- Que alterações produzirá na vida de um lago a formação dessa camada de gelo na sua superfície?
- Qual o papel das substâncias vulgarmente conhecidas por anticongelantes?

...As questões colocadas pelos alunos foram organizadas em 4 grupos, correspondendo cada um deles a uma sequência possível para a questão central: O que acontece quando a água congela?

- **DILATA?**
- **A PRESSÃO INFLUENCIA?**
- **POR ONDE COMEÇA?**
- **COMO O EVITAR? ANTICONGELANTES?!**

REF5

Ainda outro exemplo deste processo de decomposição de um problema em estudos parcelares:

- Problema:** Existirá vida no ambiente das Furnas?
- Hipótese 1:** Existe vida adaptada às altas temperaturas e outras condições extremas
- Hipótese 2:** A vida que existe é microscópica
- Hipótese 3:** A vida microscópica existe sob a forma de bactérias
- Hipótese 4:** Existem outros microrganismos

REF23

2.3. Elaboração do programa de trabalhos

Após a fase de especificação dos problemas concretos a estudar é necessário definir o programa de trabalho experimental a desenvolver. Os diferentes grupos de alunos organizaram-se em subgrupos por forma a elaborarem a sequência de trabalho experimental que lhes permitiria analisar a validade das hipóteses colocadas. Apresentam-se abaixo apenas alguns exemplos de actividades desenvolvidas nesta fase.

Num dos subgrupos, a actividade centrou-se no estudo de algumas propriedades das ondas. Este tema foi aliás comum a vários projectos pelo que foi objecto de um texto que se pode encontrar na 2ª parte desta brochura.

"Como se propagam as ondas sonoras e as ondas sísmicas?"

O grupo que realizou este trabalho propôs a determinação da velocidade do som, usando um osciloscópio ao qual se ligava um microfone, registando o som emitido por um altifalante, por sua vez ligado a um gerador de sinais.

REF11

O grupo que visitou a pedreira não tinha experiência prévia de trabalho experimental pelo que, segundo a professora que orientou este grupo de alunos, foram necessárias actividades prévias.

Houve assim necessidade de desenvolver actividades de exploração e introdução de conceitos, bem como fomentar o trabalho de grupo.

Da consulta de textos e discussão em grupo surgiram questões do tipo:

- O som propaga-se através de todos os meios?
- Como determinar a velocidade do som no ar?
- Porque que é que a velocidade de propagação depende da temperatura do ar?

REF9

Um dos formandos abordou com os seus alunos a vida num ribeiro enquanto que outro estudou a presença de vida na zona das Furnas (Açores):

Plano de investigação:

- 1º Colher água do ribeiro em 3 locais: antes de correr sob a cidade, à entrada da ETAR e à saída da ETAR
- 2º Colher invertebrados no ribeiro
- 3º Dividir os seres em 3 grupos iguais: o grupo controlo fica na água do ribeiro, outro na água que chega à ETAR e outro na água que sai da ETAR
- 4º Ver o que acontece aos seres

REF12

Trabalho de campo

Neste trabalho prático de campo, tivemos como principais *objectivos*:

- Concretizar a tentativa de resolução de pequenos problemas do meio envolvente; Seleccionar um ambiente de fumarola e "run off" respectivo;
- Pesquisar a existência de vida na "Caldeira do milho cozido" e riachos respectivos; Avaliar a biodiversidade existente ao longo da área de amostragem;
- Medir o pH da água da nascente termal e de três fontes de água mineral fria -"azedas". Medir a temperatura das águas amostradas;
- Colher amostras de biofilmes, de tapetes e de água em 9 estações de amostragem; Saborear a água das fontes de água azeda;
- Registrar e organizar correctamente os dados obtidos.

Trabalho laboratorial

- Planificar e executar experiências;
- Interpretar correctamente os resultados do trabalho experimental; Avaliar iniciativas tomadas;
- Estimular as capacidades de observação de análise e de síntese;
- Criar nos alunos um espírito crítico, levando-os a detectar problemas e a propor soluções; Avaliar iniciativas tomadas;
- Pesquisar iões: flúor e enxofre;
- Aplicar técnicas de coloração e de observação de material biológico;
- Visualizar, na objectiva de 100 x, a biodiversidade recorrendo a amostras de filamentos. Identificar formas de vida nas amostras de biofilmes.

REF23

Outro dos formandos tratou com os seus alunos algumas das questões relacionadas com a utilização/impermeabilização dos solos em leitos de inundação fluvial e o seu impacto no ordenamento local do território, reportando-se à área envolvente da Escola, densamente povoada. "Qual a influência da ocupação urbana na drenagem natural?" foi a grande questão eleita (REF7). Neste caso em particular, as actividades programadas conduziram à construção de:

- 1) perfis topográficos (aplicação de técnicas adequadas à sua execução; interpretação das informações fornecidas pelos perfis; complementaridade das informações fornecidas pela análise prévia da carta topográfica); avaliar os declives dos diferentes tipos de vertentes; interpretação geomorfológica;
- 2) cartas de drenagem; análise da densidade, orientação e padrões de escorrência;
- 3) carta de cobertura vegetal; análise da distribuição da cobertura vegetal e sua caracterização sumária, designadamente no que diz respeito à sua influência na estabilidade de solos e vertentes e no que concerne à influência climática na sua estabilização;
- 4) perfis geológicos; caracterizar as principais litologias; examinar a sequência litoestratigráfica característica da área seleccionada para estudo; identificar e interpretar estruturas geológicas; importância destes elementos na interpretação geomorfológica da região, desde logo no tipo de drenagem;
- 5) bloco diagrama; interpretar e analisar as diversas formas de relevo; integração geral dos dados obtidos (geomorfológicos, geológicos, e uso antropogénico da superfície terrestre).

As actividades de campo realizadas neste percurso investigativo envolveram a:

- 1) preparação da saída de campo (programação do número de estações a fazer e discussão prévia do que se poderia observar e medir, bem como da respectiva pertinência para a resolução do problema enunciado);
- 2) saída propriamente dita (localizar as diversas estações nas cartas topográfica e geológica; registar toda a informação pertinente a nível morfológico, geológico e de ocupação urbana – e.g. o controlo exercido pelas características geológicas na morfologia do relevo; aspectos relacionados com a instabilidade de vertentes, etc.); medir alguns parâmetros *in situ* (nomeadamente elementos geométricos); fotografar aspectos representativos das estações; colher amostras para estudos subsequentes;
- 3) análise, discussão e organização de todos os dados colhidos durante a saída de campo.

Os passos empreendidos neste percurso investigativo provaram o enorme valor didáctico dos blocos diagrama como elemento de representação sintética de diversos fenómenos, tendo a sua construção sido activamente executada por todos

os alunos. Na 2ª parte desta brochura encontra-se um breve documento com indicações que nos parecem relevantes para a construção deste tipo de representações gráficas e/ou maquetas.

3. Análise crítica dos projectos vistos pelos intervenientes

Os formandos apresentaram nos seus relatórios diversas análises à forma como decorreram os projectos. Todos sabemos que existem numerosas dificuldades na promoção de actividades deste tipo devido a condicionalismos logísticos, de material, de recursos humanos e de um factor por muitos apontado como determinante - o tempo.

Seja como fôr, os formandos conseguiram avançar com os seus alunos e os projectos foram executados com maior ou menor dificuldade. Apresentamos em seguida alguns excertos de opinião manifestada por professores e alunos sobre os percursos por si delineados e vivenciados.

A palavra aos Professores...

Globalmente, foi um "projecto", relativamente, bem sucedido, tal como o demonstraram as opiniões favoráveis do grupo envolvido. Penso que o sucesso obtido se poderá explicar, em parte, pela dinâmica inerente ao próprio percurso investigativo, através do qual, os alunos são agentes activos na descoberta e construção do saber que vão integrando.

Embora, com níveis de esforço elevados dada a precariedade de meios humanos e físicos: espaços, equipamentos, cooperação interdisciplinar, cooperação com outras instituições, fontes de financiamento..., foi possível, face aos objectivos a atingir e conseqüentemente às estratégias desenvolvidas, concretizar algumas etapas deste projecto.

REF10

Relativamente ao processo desenvolvido, salienta-se que as actividades levadas a cabo pelos alunos permitiram-lhes desenvolver o sentimento de realização pessoal e o gosto de aprender. Por sua vez, a partilha de informação permitiu-lhes desenvolver técnicas de expressão e comunicação. O confronto de ideias e as eventuais críticas constituíram, um espaço privilegiado para o desenvolvimento da tolerância e respeito mútuo, gerando-se, assim, uma dinâmica que em muito contribuiu para a coesão interna do grupo turma e que mais tarde se reflectiu na auto e hetero-avaliação dos alunos. Por outro lado, as interacções estabelecidas entre alunos e professora deram um sentido mais humanizado à sala de aula. Convém aqui referir que uma professora de Química (que lecciona a disciplina de Técnicas Laboratoriais de Química) participou numa das aulas laboratoriais, explorando com os alunos alguns conceitos e os resultados obtidos quando

- ▶ da utilização do *Kit de solos*. Esta experiência de partilhar o mesmo espaço educativo da sala de aula com uma outra colega foi gratificante na medida em que tive, por um lado, a oportunidade de trabalhar em equipa (multidisciplinar) e, por outro, a possibilidade de demonstrar aos alunos a cooperação das diferentes disciplinas na construção do conhecimento.

No que se refere à avaliação dos alunos, senti necessidade de utilizar "novas" formas de avaliar. Dado que o processo de ensino-aprendizagem centrou-se fundamentalmente no processo desenvolvido, utilizei diversas técnicas e instrumentos de avaliação como por exemplo a observação directa na sala de aula, a técnica da entrevista e os registos do caderno de campo.

Gostaria de referir, ainda, que os objectivos a que nos propusemos não foram totalmente atingidos. A ausência de hábitos de trabalho em equipa entre professores, a rotina das práticas lectivas, a extensão dos programas, a preparação dos alunos para os exames nacionais, a organização dos horários e dos espaços físicos e ainda os recursos materiais disponíveis foram sentidas como dificuldades na construção de um percurso multidisciplinar e interdisciplinar. Também o nosso plano de trabalho não foi totalmente concretizado. Dado que o processo de ensino-aprendizagem centrado na *resolução de problemas* é um processo moroso, o tempo disponível para a concretização daquele não foi o mais adequado pelo que pretendemos dar continuidade, no próximo período escolar.

REF15

No desenvolvimento de trabalhos deste tipo muito se pode fazer, as possibilidades são praticamente infinitas, os alunos são receptivos e só têm a ganhar, mas é fundamental ter em conta o factor "tempo", pois demora-se mais tempo a preparar e muito mais a implementar .

REF11

O Projecto desenvolvido... permitiu não só partilhar saberes como também construir em grupo uma visão do objecto de estudo, nas vertentes Química, Física, Geológica e Biológica.

A justificação do sucesso dos resultados obtidos, não só confirmado pelas respostas dadas pelos alunos ao questionário de opinião como pela satisfação dos professores envolvidos, deve-se a vários factores:

- 1- Em primeiro lugar deve ser realçada a importância do Projecto ter sido desenvolvido por quatro docentes das diferentes áreas disciplinares que estiveram envolvidos na formação, facto que permitiu uma abordagem multidisciplinar, serviu de estímulo aos intervenientes, tendo ainda constituído uma referência para o corpo docente da Escola.

- 2- Outro aspecto bastante relevante para que os nossos objectivos tenham sido atingidos, foi a escolha do objecto de estudo, que permitiu a interligação entre conteúdos programáticos.
- 3- Por último é também de salientar que o trabalho de campo assume uma importância primordial na motivação dos alunos, o que possibilita traçar um percurso investigativo com base na problematização. O contacto com o real, permite desfazer a separação entre as aprendizagens escolares e os conhecimentos vivenciais, isto é, torna possível utilizar a linguagem do espaço Escola no meio que faz parte do nosso dia a dia.
- 4- A experiência vivida, reforça a nossa opinião sobre as potencialidades desta nova forma de ensinar e aprender ciência, uma vez que a abordagem investigativa deve ser um percurso partilhado, pois só deste modo se poderá ter uma perspectiva global do conhecimento científico, além de que o trabalho de grupo permite ultrapassar obstáculos e resistências que se encontram no caminho a percorrer.

REF10

Como seria previsível, na realização das várias experiências os alunos depararam com dificuldades de natureza diversa. A impossibilidade de o professor acompanhar continuamente cada uma das experiências, em conjunto com a autonomia que foi dada aos alunos na elaboração das suas estratégias experimentais, aumentou a probabilidade de algumas dessas dificuldades serem ultrapassadas de maneira incorrecta. Isso mesmo reflectiu-se na necessidade de repetir algumas experiências e na obtenção de resultados incorrectos que conduziram à formulação de novas hipóteses que foram depois abandonadas. Esta situação originou alguma dispersão no trabalho não deixando, no entanto, de constituir mais um factor de valorização de todo o processo, na medida em que obrigou os alunos a reflectirem mais sobre os seus próprios procedimentos e sobre as novas hipóteses que tiveram de formular. Esta reflexão, ajudou-os a compreenderem a importância do rigor no trabalho experimental e ao mesmo tempo da paciência e persistência necessárias para o desenvolvimento deste tipo de trabalho, bem como sobre a possibilidade de num trabalho desta natureza se poderem seguir estratégias desadequadas...

...Por isso mesmo, este tipo de trabalho introduz uma realidade nova a este nível e que tem a ver com a obtenção de resultados que pela sua especificidade ou eventual novidade não podem ser confrontados com valores tabelados ou conhecidos. Potencialmente, esta realidade contém um importante factor de valorização do trabalho experimental: o reconhecimento pelos alunos do seu próprio trabalho, na medida em que para avançar com a investigação é necessário confiar na qualidade do trabalho entretanto realizado. Quando não existe uma chave onde os resultados se devem encaixar a insegurança que daí advém só encontra solução na convicção de que tudo foi bem feito.

▶ Noutro sentido, esta nova dimensão do trabalho experimental leva os alunos a dedicarem mais atenção a aspectos que noutras circunstâncias desprezariam, pela simples razão de que saberiam à partida que esses pormenores não teriam qualquer influência nos seus resultados finais. Pelas mesmas razões, a precisão nas medidas surge assim como uma necessidade natural inerente ao próprio processo de trabalho científico. O desconhecimento da solução ou do melhor caminho para a encontrar obriga os alunos a ponderarem mais possibilidades, a fazê-lo com mais atenção e a darem outra importância ao rigor nas medições.

REF5

A palavra aos Alunos...

Apreciação crítica do projecto desenvolvido

Consideramos que os trabalhos desenvolvidos até à data tiveram resultados muito positivos no que diz respeito ao projecto proposto.

Em relação ao método, achamos que é adequado, pois prepara o aluno no que diz respeito a futuras investigações no campo científico.

O método utilizado consiste, em primeiro lugar, na preparação da saída de campo no decorrer das aulas (essencial para nos alertar e contextualizar com os aspectos fundamentais a observar na saída de campo-litológicos, geológicos, climáticos, níveis de escorrência e cobertura vegetal). Durante as aulas, a elaboração de diversos mapas, cartas temáticas e gráficos sobre as características referidas da ZOOB sobre a qual o projecto incidiu -Parque Natural Sintra Cascais -foi muito proveitosa e interessantíssima. Este trabalho permitiu-nos aprofundar os conhecimentos em relação aos aspectos já referidos anteriormente e estimular-nos para a saída de campo.

Em seguida decorreu a visita de estudo, na qual recolhemos várias amostras de solo e vegetação nas diferentes paragens efectuadas: Boca do Inferno, Duna de Oitavos, Praia do Guincho e Malveira da Serra.

Para finalizar esta etapa do método, antecedente ao relatório, procedemos à organização, tratamento e análise da informação recolhida, através de experiências laboratoriais que, como não poderia deixar de ser, atravessou pequenos percalços.

Este projecto, do nosso ponto de vista, apresenta diversas vantagens e aspectos positivos. O método, com características científicas, é muito cativante e propicia maior liberdade de trabalho, além de ser um método inovador. A saída de campo foi aos nossos olhos a etapa mais importante e emocionante, uma vez que nos motivou e despertou o interesse necessário à continuação da realização do projecto.



Este método proporciona aos alunos um papel mais activo na apreensão de conhecimentos, ou seja, faz com que a formulação de questões da nossa parte esteja sempre presente, e contribui para que a intervenção do professor não seja tão exaustiva, contribuindo assim, para que os alunos cheguem às respostas dos problemas sem o professor fornecer a informação total.

Ao longo do tempo, desenvolveu-se um espírito de grupo e uma interajuda que consideramos muito saudável e sem dúvida importante. Desenvolvemos as nossas capacidades de atenção, concentração, perspicácia e persistência; a curiosidade foi constante e a avaliação contínua o que consideramos altamente pedagógico e justo. Achamos que a adopção deste método de ensino é imprescindível para uma aquisição de conhecimentos mais divertida e proveitosa. Pretendemos, sobretudo, realizar mais saídas de campo uma vez que nos despertam interesse e que são ricas em conhecimentos devido à sua vertente prática: observação, registos e recolha de amostras. Pretendemos também que as aulas não voltem a decorrer segundo o método tradicional.

REF15

Todos os alunos valorizaram, especialmente, as saídas de campo; 55% referiram também ter apreciado os aspectos relacionais, nomeadamente o contacto professores-alunos e a cumplicidade/espírito de equipa que a natureza do trabalho exigia.

"Gostei muito das actividades de campo. Há que continuar a aumentar a nossa produção em actividades ligadas ao mundo fora da sala de aula" (Tiago)

"Gostei das saídas de campo e da cumplicidade que a investigação exigiu que houvesse entre nós" (Andreia)

Quanto a aspectos que não tenham gostado, 33% dos alunos referem as dificuldades inerentes ao reduzido tamanho dos seres, 22% refere-se à fase de interpretação dos resultados e 11% considera que o projecto teve um número de aulas práticas menor do que o esperado.

Quando interrogados sobre as desvantagens deste tipo de trabalhos os alunos consideraram que é tudo muito mais trabalhoso e difícil (Ana, Vanessa e Paula S.) e exige uma grande disponibilidade e tempo (Paula R.). Duas alunas voltaram a referir que há o risco dos resultados experimentais não serem os esperados, o que traduz a persistência de concepções de trabalho experimental inadequadas que exigem renovadas estratégias conducentes à sua reconstrução.

"É tudo muito trabalhoso e difícil" (Ana)

"Não correu como nós queríamos, ou seja os resultados daram mal" (Marta)

REF12

Foi proposto aos alunos que expressassem o seu grau de satisfação numa escala se 1 a 4. O grau 4 foi indicado por 44% dos alunos e o 3 pelos restantes, pelo que se considera plausível concluir que o projecto foi apreciado pela turma. Concordante com esta interpretação parece ser o facto de todos os alunos expressarem o desejo de realizar novos projectos deste tipo, embora 44% preferissem encetar novas investigações em vez de dar continuidade ao trabalho já realizado.

REF12

Quadro 3 - Opiniões dos alunos sobre o processo vivenciado.

○ que mais gostou

- Da visita à pedreira
- Do trabalho de grupo, porque tive a oportunidade de trocar ideias com as minhas colegas
- Aprender a trabalhar organizadamente em grupo
- Tentar elaborar novas experiências
- Fazer as montagens e as experiências
- Conhecer novos aparelhos como o osciloscópio, gerador de sinais, diapasão... e tivemos oportunidade de passar da teoria á prática.
- Planeamento do trabalho experimental porque achei uma maneira engenhosa de nos fazer pensar exactamente como um cientista.

○ que menos gostou

- Ler alguns textos
- Muitas vezes não termos realizado as experiências tão rigorosamente como gostaríamos, devido aos ruídos, vindos do exterior, e talvez à má organização dos alunos.
- Fazer o relatório
- Podíamos ter aprendido alguma parte teórica de uma forma experimental, mas sei que não havia tempo para isso.

Dificuldades

- Como não tínhamos muitos conhecimentos acerca do som, senti algumas dificuldades em levantar questões, formular hipóteses e planificar experiências. Foi a 1ª vez que estudei o som.
- Perceber alguns conceitos, pois estes requeriam outros conceitos e eu não os tinha. Elaborar uma experiência.
- Manuseamento de aparelhos, leitura das ondas registadas.
- No levantamento de questões e problemas. Na planificação da experiência.
- Na elaboração das conclusões e por vezes na interpretação de conceitos por trás da experiência.



Importância

- O tema era interessante para o dia-a-dia.
- Ensinou-nos que podemos aplicar a Física, a Ciência e a Química na nossa vida. Ajudou-nos a compreender noções dadas em Ciências da Terra e da Vida, visto que estudamos as ondas sísmicas.
- Surgiram muitas dúvidas que puderam ser esclarecidas na pedreira, nas aulas de Física e de Ciências da Terra e da Vida.
- É um tipo de trabalho que desenvolve as nossas capacidades e nos obriga a pensar e a reflectir acerca de determinado problema.
- O trabalho elaborado em volta do estudo do som permitiu-nos conhecer e realizar actividades de carácter científico nunca antes realizadas como foi o caso de levantar hipóteses, elaborar um plano para uma experiência.

REF9

Vantagens

- Permite-nos conhecer melhor o que nos rodeia fazendo experiências para comprovar o que pensamos.
- Incentiva o interesse por uma matéria à partida considerada aborrecida.
- Enriquece o nosso conhecimento sobre matérias relacionadas ou não com o objectivo da nossa pesquisa.
- Melhora o relacionamento entre os elementos do grupo aprendendo a trabalhar em conjunto.
- Aprendemos a manusear e utilizar novos instrumentos.
- Permite-nos aplicar conhecimentos em coisas úteis à vida.
- Permitiu a união de duas disciplinas, uma de carácter teórico com uma de carácter prático.
- Melhora a compreensão de conceitos quando são abordados em comum.
- Aprendemos novas atitudes na sala de aula e no laboratório.
- Aprendemos a dividir tarefas conforme as qualidades de cada um.
- Deu-nos a oportunidade de realizarmos uma experiência por nós delineada.
- Este método obriga-nos a pensar sobre as experiências que estamos a realizar .
- As aulas tornam-se mais activas e dinâmicas.
- Despertou-me o interesse pelo estudo da sismologia ao ponto de admitir a hipótese de vir a ser sismólogo.
- Acho mais interessante realizar experiências para analisar os resultados do que andar a decorar coisas sem as compreender .
- Penso que a iniciativa deste projecto foi uma boa ideia pois o tema tratado está relacionado com as duas disciplinas.
- É muito mais criativo do que se nos dessem o planeamento das experiências.





Desvantagens

- Tem que se apresentar relatório.
- Alguma confusão motivada pelo barulho existente no laboratório.
- Termos de arranjar algum material inexistente na escola.
- Por vezes ficamos um pouco confusos.
- Estudamos coisas que não têm interesse para a profissão que queremos.
- Temos falta de prática no trabalho de laboratório.
- Com a demora das experiências atrasamo-nos na matéria e vamos ter prova global.
- As planificações eram incertas e tiveram que ser várias vezes modificadas.
- Algumas experiências eram difíceis de executar .
- Temos poucas horas por semana e muito subdivididas (algumas são apenas de uma hora).
- Houve desigualdade na participação no trabalho de grupo por parte dos vários elementos.

REF10

4. Conclusão

A terceira Acção de Formação em Ensino Experimental das Ciências promovida pelo DES constituiu, de alguma forma, o fecho de um ciclo, no âmbito do qual se pretendeu dar um contributo para uma renovação do Ensino das Ciências. Pode mesmo dizer-se que esta Acção se afigurava decisiva, no sentido em que a verificação de uma incapacidade total por parte dos formandos para transpôr para ambiente escolar a abordagem ao ensino das ciências que se preconizou durante os anteriores momentos da acção, colocaria fortemente em causa a validade de todo o plano de formação.

Não pretendendo, de forma alguma, que esta via de ensino das ciências seja a panaceia para todos os problemas do ensino nos tempos que atravessamos, pensamos que o trabalho desenvolvido pelos formandos nas suas escolas, e que procurámos aqui, ainda que de forma incompleta, descrever, atesta bem as potencialidades que esta abordagem tem, pelo menos, como uma das componentes do ensino experimental das ciências. Fica igualmente clara a existência de muitos problemas indissociáveis deste tipo de ensino, nomeadamente, a enorme dificuldade em o articular com calendarizações rígidas dos conteúdos a ensinar e com os métodos de avaliação vigentes. A este propósito seria interessante, e provavelmente frutuoso, interrogarmo-nos criticamente sobre o que esses mesmos métodos de avaliação tentam promover, o que, embora tendo uma relação muito importante com tudo o que foi realizado no decorrer da Acção de Formação, extravasa, naturalmente, os objectivos desta publicação. Pensamos, adicionalmente, que a imposição deste tipo de prática lectiva a todos os professores conduz a frequentes sensações de desconforto caso não seja devidamente precedida por preparação adequada dos mesmos; tal reflexão leva-nos a questionar a viabilidade imediata deste tipo de abordagens.

Afirmações por parte de alunos envolvidos na AF3, como "este método obriga-nos a pensar sobre as experiências que estamos a realizar" ou "acho mais interessante realizar experiências para analisar os resultados do que andar a decorar coisas sem as compreender" são, de facto, um justo prémio para o esforço que, organizadores, formadores, e formandos, desenvolveram ao longo de sessões de trabalho empenhado e, por vezes, física e mentalmente penoso.

Anexo

Ref	Grupo	Nome	Escola	Fax
1	4º A	Ana Cristina Pires	ES Manuel da Fonseca	269 826 242
2	11º B	Isabel Paiva	ES Quinta das Flores - Coimbra	239 405 140
3	4º A	Júlia Maria Veiga	ES Marquesa de Alorna	243 594 259
4	4º A	Isabel Marques	ESDr.Ginestal Machado/Santarém	243 309 651
5	4º A	João Paulo Fonseca	ES Tondela	232 814 149
6	4º A	Manuela Teixeira	ES Padre António Macedo	269 708 115
7	11º B	Helena Amaro	ES Santo António dos Cavaleiros	219 890 496
8	11º B	Eduardo José Pinheiro	ES Rocha Peixoto	252 681 077
9	4º A	Fernanda Vasconcelos	ES Santa Maria da Feira	256 378 117
10	11º B	Mª Adélia Esteves	ES Sá da Bandeira - Santarém	243 328 437
	4º A	Paulo Esteves		
	4º A	Rosa Carvalho		
	11º B	Vanda Salvaterra		
11	4º A	Lília Pinto	ES Fernão Magalhães - Chaves	276 340 091
	11º B	Helena Oliveira		
12	11º B	Alcina M. P. Mendes	ES Dr.João Carlos C.Gomes/Ílhavo	234 323 406
13	11º B	Maria Cristina Neves	ES Poeta António Aleixo/Portimão	282 423 803
	4º A	Délia Ferreira		
14	11º B	Ana Cristina Teles	ES D. João II - Setúbal	265 534 169
15	11º B	Maria Dalila Tching	ES Cidade Universitária - Lisboa	217 957 473

▶ Ref	Grupo	Nome	Escola	Fax
16	4º B	Maria Amália Magalhães	ES Rafael Bordalo Pinheiro	262 834 644
17	11º B	Ana Maria Silva Tavares	ES Latino Coelho - Lamego	254 655 323
18	4º B	Fernanda Braguez	ES Alves Martins/Viseu	232 421 896
19	4º B	Fátima L.O Sousa	ES Augusto Gomes/Porto	229 379 320

Ilhas	Grupo	Nome	Escola	Fax
20	11º B	Teresa Paula V. Nóbrega	ES Jaime Moniz / Madeira	291 230 544
	4º A	Inês Jardim		
21	11ºB	Laura Espírito Santo T.	ES Domingos Rebelo Ponta Delgada	296 301 439
		Moniz		
22	4º A	Mª José Sousa Pereira	EB3/ S Vitorino Nemésio Praia da Vitória	295 542 451

3

Notas complementares a
propósito de questões
levantadas durante a 3^ª
Acção

3.1 Sobre a medição de algumas características das ondas sonoras

J.MAIA ALVES, J.M.SERRA

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Algumas das actividades desenvolvidas em ambiente escolar pelos formandos, durante a 3ª Acção de Formação, envolveram a utilização de conceitos relacionados com propriedades das ondas sonoras. O facto de alguns destes conceitos serem, com frequência, tratados de forma insuficiente (ou, por vezes, mesmo cientificamente incorrecta) em alguns manuais escolares, sobretudo no que se refere a actividades laboratoriais, faz com que nos pareça importante aproveitar esta oportunidade para apresentar algumas sugestões de actividades experimentais relacionadas com o estudo do som. Esta convicção é reforçada pelas muitas questões levantadas pelos formandos a propósito da realização de actividades experimentais sobre estas matérias durante a Acção de Formação.

Começamos pela medição da velocidade do som. O conceito de velocidade é um daqueles conceitos que a maioria dos alunos, talvez mesmo de qualquer grau de ensino, intuiu a partir da sua vida diária: todos sabem que se quiserem percorrer uma dada distância mais depressa terão de correr em vez de andar, e a esmagadora maioria saberá que o velocímetro de qualquer automóvel indica velocidades em km/hora. Tal significa que não é seguramente difícil convencer qualquer aluno a aceitar que uma velocidade é sempre um quociente entre um espaço percorrido e o tempo utilizado a percorrê-lo. Que dizer então sobre a velocidade do som, por exemplo, no ar? Naturalmente o mesmo. Ou seja, como em qualquer outra situação, a velocidade do som não é mais do que o quociente entre o espaço percorrido por uma qualquer frente de onda sonora e o tempo que essa mesma frente de onda utiliza a percorrê-lo (no meio em questão).

Logo a este nível começam, em nosso entender, os problemas relacionados com o ensino destes conceitos, uma vez que a velocidade do som vem definida, em muitos manuais, desde o início e de forma extremamente redutora, como sendo o quociente entre o comprimento de onda e o período, duas entidades completamente não familiares do ponto de vista dos alunos. É claro que, no fundo, procedendo desta forma estamos a falar de espaços e tempos, mas porquê particularizar desde o início para o caso de uma onda sinusoidal (precisamente a

pior escolha possível!), quando a maioria dos sons que ouvimos diariamente são muito mais do tipo impulsivo (como, por exemplo, quando damos uma pancada)? Esta particularização, é, do nosso ponto de vista, tanto mais grave, quanto tem constituído, de facto, o primeiro contacto dos alunos com o conceito de velocidade ao nível da disciplina de Físico-Química (8ºano), o que contribui para dar aos alunos uma ideia de que o divórcio entre ciência e realidade é total.

Relativamente à medição da velocidade do som propriamente dita a situação é ainda mais estranha, uma vez que se sugere quase sempre que seja feita através de um método de ressonância (utilizando, por exemplo, tubos de ensaio com diferentes alturas de água), admitindo como perfeitamente adquirido que, na ressonância, a altura da coluna de ar é igual a $\lambda/4$, o que, ainda por cima, não é exacto. A velocidade do som será então igual ao produto da frequência utilizada pelo comprimento de onda assim "medido". Uma simples reflexão sobre os conceitos que utilizamos para concluir que efectivamente nesta situação experimental a ressonância se verifica quando a coluna de ar tiver um comprimento aproximadamente igual a $\lambda/4$, mostrará claramente que esse facto é virtualmente incompreensível para alunos do Ensino Básico, ou mesmo do Secundário. De facto a compreensão desse fenómeno passa pelo entendimento inicial do que é a interferência entre duas ondas (incidente e reflectida no fundo da cavidade) e, pior ainda, da influência da condição fronteira (no caso, definida pela impedância acústica da superfície livre do líquido e da abertura para o espaço livre) sobre a fase da onda reflectida relativamente à incidente. A nossa experiência lectiva em termos de Ensino Superior revela que, mesmo ao nível dos primeiros anos desse grau de ensino, os estudantes têm algumas dificuldades relativamente à compreensão desse fenómeno.

A velocidade do som pode ser medida de uma forma, a nosso ver, conceptualmente muito mais simples e intuitiva: a medição do tempo de trânsito de um som impulsivo para diferentes distâncias. Estaremos assim a utilizar um método experimental muito parecido com fenómenos já observados em situações do dia-a-dia, como sejam, o que acontece numa situação de trovoadas, ou simplesmente quando ouvimos um eco. Esta experiência pode ser realizada utilizando, por exemplo, mangueiras de diferentes comprimentos e um único microfone/amplificador que possibilite a medição da pressão sonora em função do tempo, fazendo uso de um osciloscópio, como se mostra na figura 1.

Na figura 2 encontram-se resultados que, tipicamente, se podem obter com aquela montagem experimental (neste caso com duas mangueiras com comprimentos da ordem de 10 e 20m), utilizando um qualquer som impulsivo como seja a pancada de uma caneta a cair de topo sobre uma mesa, ou o ruído seco emitido por algumas tampas de refrigerantes quando são deformadas. Nessa figura apresentam-se fotografias do écran do osciloscópio, nas quais são claramente visíveis a chegada do primeiro impulso que atinge directamente o microfone, e do segundo impulso que, viajando pelo interior da mangueira, atinge o microfone algum tempo depois (tempo de trânsito do impulso sonoro, ou seja, o tempo que o som leva a percorrer o comprimento da mangueira)¹. A propósito desta experiência poderá ser discutido com os alunos o conceito de onda guiada (num paralelo quase perfeito com o que acontece no caso das fibras ópticas) e as suas vantagens para transmissão à distância, realçando assim a ligação da Física ao

mundo da tecnologia real que nos cerca no dia-a-dia. A propagação de outro tipo de ondas em meios rochosos naturais (por exemplo as que se geram durante os eventos sísmicos ou as que são desencadeadas por detonação de explosivos em pedreiras) representa um outro exemplo interessante que, explorado convenientemente, nos dará informações preciosas sobre a natureza dos minerais constituintes das rochas, sua organização textural, presença (ou não) de fluidos intersticiais, etc.. O cruzamento deste tipo de informações com outras decorrentes de conceitos tradicionalmente ministrados no âmbito das Geociências (e na Geologia, em particular), constitui, pois, uma mais-valia que não pode ser ignorada numa perspectiva de ensino integrada que tente valorizar a multidisciplinaridade, criando gradualmente condições apropriadas ao desenvolvimento da interdisciplinaridade.

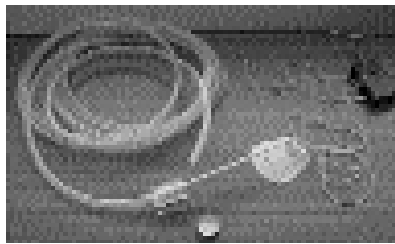


Figura 1 - Fotografia da montagem experimental utilizada para a medição da velocidade do som. O impulso sonoro emitido pela tampa de refrigerante atinge o microfone (inserido na peça acrílica de ligação com a mangueira) e a extremidade livre da mangueira (que deverá estar esticada por forma a não tocar em si própria e não enrolada sobre si como se mostra na figura). O impulso que penetra na mangueira percorrerá então (praticamente sem perdas) toda a sua extensão atingindo por fim o microfone.

- 1 A obtenção destes resultados só é possível utilizando o disparo do osciloscópio no modo não automático, e regulando o nível de disparo por forma a que o varrimento seja despoletado pela chegada do sinal eléctrico correspondente ao primeiro impulso sonoro. De outra forma, embora o tempo entre os dois sinais seja sempre o mesmo, o seu aparecimento no écran do osciloscópio será de tal forma aleatório (no eixo dos tempos) que impossibilitará qualquer medida.

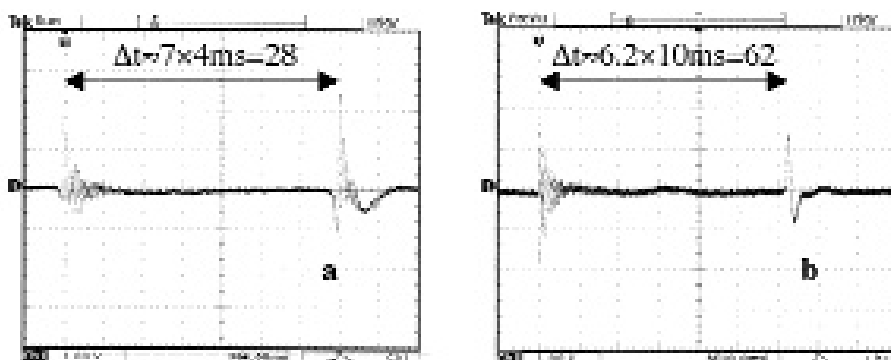


Figura 2 - Fotografias do écran do osciloscópio em cada uma das quais se pode observar a chegada dos dois impulsos sonoros (directo e depois de percorrer o espaço correspondente ao comprimento da mangueira) ao microfone. Foram utilizadas duas mangueiras com comprimentos de cerca de 10m (a) e 20m (b). Notem-se as diferentes escalas dos eixos dos tempos. A velocidade média obtida a partir destes gráficos foi de cerca de 348m/s.

Uma vez esclarecido o conceito de velocidade do som estaremos então em condições de partir para a exploração de outros conceitos. A este propósito é interessante a simples observação da variação temporal da pressão sonora correspondente a alguns sons que ouvimos diariamente. Partindo do instrumento que quase todos nós aprendemos a utilizar na nossa comunicação (embora esteja muito longe de ser simples de utilizar!) – a nossa própria voz – abrir-se-ão imediatamente enormes perspectivas, quer em termos estritamente disciplinares da área da Física, quer numa ligação que poderá ser muito estreita com a Biologia, a propósito da comunicação de outros animais, ou mesmo da complexidade do nosso sistema de descodificação da informação transmitida pelo acto de falar.

A título de exemplo, a figura 3 mostra gráficos da pressão sonora em função do tempo, tal como são obtidos num osciloscópio, correspondentes a diferentes sons: as letras "o" e "s", o som de um assobio e de um diapasão. A observação dos sinais correspondentes a outras vogais é igualmente interessante revelando, por exemplo, a enorme semelhança entre os gráficos correspondentes às letras "a" e "o". A riqueza que poderá surgir da discussão destes diferentes gráficos apenas em termos da sua complexidade/simplicidade é enorme.

Uma vez atingida a simplificação da onda sinusoidal pura (e, o que não é menos importante, tendo ficado clara a sua raridade!), estará então aberto caminho para a sua caracterização, algo que fará emergir com naturalidade os conceitos de amplitude, comprimento de onda e frequência. A este propósito é recomendável a utilização de um altifalante ligado a um gerador de sinais, o que permitirá desde logo a observação de gráficos da pressão sonora em função do tempo correspondentes a sons de maior/menor amplitude ou frequência, em simultâneo com a sua audição.

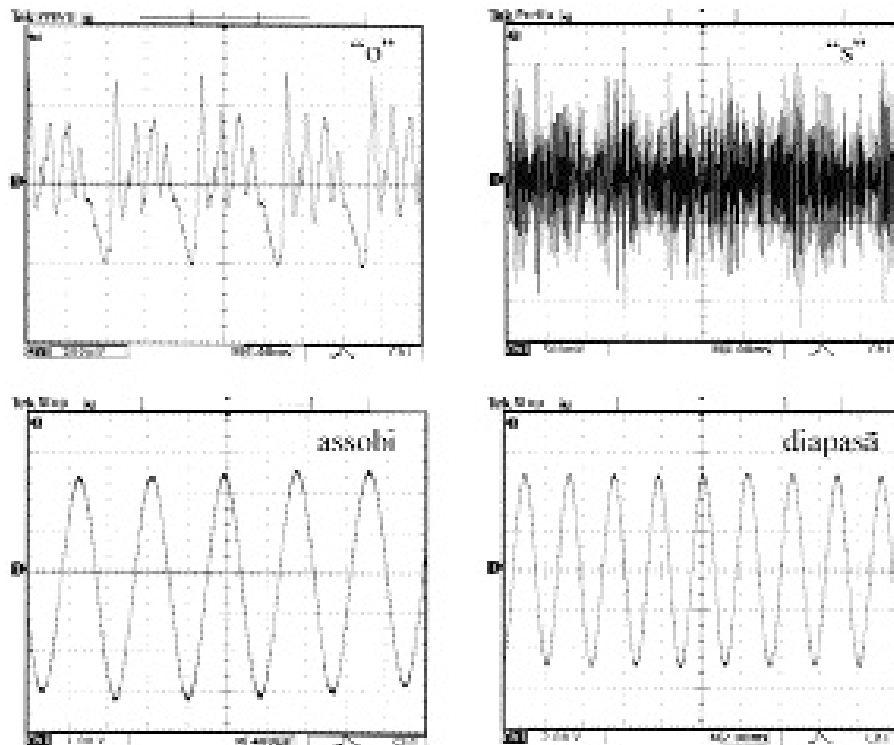


Figura 3 - Gráficos da pressão sonora em função do tempo, tal como são obtidos num osciloscópio, correspondentes a diferentes sons: as letras "o" e "s", o som de um assobio e de um diapasão. Note-se que no caso dos sons correspondentes às letras a escala dos tempos é igual.

Em ligação com este último conceito, a exploração do espectro sonoro revelará imediatamente a existência de infrassons e ultrassons, o que permitirá a discussão do funcionamento do ouvido humano. A este propósito poderão mesmo efectuar-se determinações qualitativas do limiar auditivo (intensidade sonora mínima para a audição) de diferentes alunos a diferentes frequências e, inclusivamente, despistar casos de insuficiências auditivas que poderão posteriormente ser remetidos para observação médica.²

Relativamente ao conceito de comprimento-de-onda, normalmente difícil de interiorizar pelos alunos, a sua medição é conceptualmente mais simples recorrendo à utilização de dois microfones, como se mostra na figura 4.

2 Basta para isso ir baixando a amplitude do sinal eléctrico aplicado ao altifalante por forma a diminuir a intensidade do som e verificar se algum dos alunos deixa de ouvir muito antes do resto da turma.

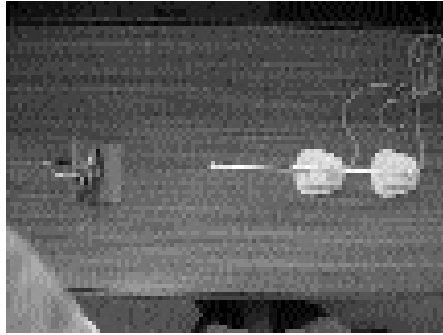


Figura 4 - Fotografia da montagem experimental utilizada para a medição do comprimento de onda de uma onda sonora sinusoidal.

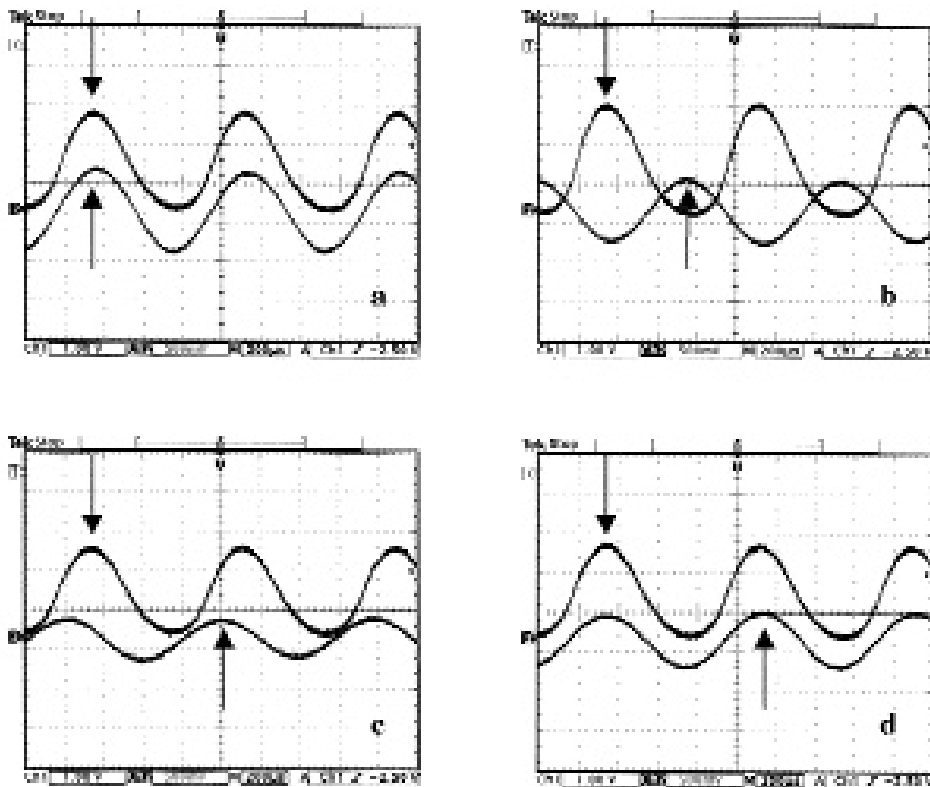


Figura 5 - Fotografias do ecrã do osciloscópio em diferentes momentos da medição do comprimento de onda (ver texto). A frequência utilizada foi de cerca de 1,3kHz.

Os dois microfones são colocados bem alinhados em frente ao altifalante, por forma a que os dois sinais obtidos (figura 5) estejam em fase (a); depois de marcar a sua posição sobre a mesa de trabalho, um dos microfones vai sendo progressivamente recuado o que faz com que, por exemplo, os máximos de pressão sonora detectados se vão progressivamente "atrasando" relativamente ao sinal detectado pelo outro microfone (b,c). Quando se atinge uma situação em que o atraso é tal que os dois sinais estão novamente em fase, o espaço percorrido pelo microfone sobre a mesa – o comprimento de onda correspondente à frequência utilizada - pode ser directamente medido. A existência de uma periodicidade espacial associada à propagação de uma onda será assim evidenciada, o que dará sentido ao conceito de comprimento-de-onda.

De entre todos os conceitos associados ao som aquele que mais dificuldades levanta aos alunos é, sem dúvida, o conceito de timbre. Este facto não é, aliás, estranho já que, como dissemos, o ensino do som se tem tentado fazer desde o início exclusivamente com base em variações sinusoidais puras do campo de pressões. Julgamos que, a este propósito, a comparação entre a variação temporal da pressão sonora correspondente a um "lá" produzido por um diapasão (440Hz) (figura 3) e outro proveniente de uma flauta (figura 6) é completamente esclarecedora. É evidente o aparecimento de outras harmónicas (nomeadamente a segunda) no som emitido pela flauta.

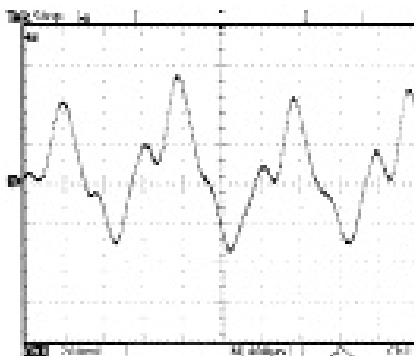


Figura 6 - Gráfico da pressão sonora em função do tempo correspondente ao som de um lá emitido por uma flauta. Note-se a diferença da escala de tempo relativamente ao registo do som emitido por uma

Muitas outras actividades laboratoriais surgirão inevitavelmente a partir do momento em que seja possível observar a variação temporal da pressão sonora, bastando para tal dispôr de dois microfones (preferencialmente de cápsula de electrete), dois bons amplificadores, um gerador de sinais, altifalantes e um osciloscópio. Estas actividades podem mesmo estender-se ao estudo da interferência de ondas com base em experiências de simples execução. Quisemos, no entanto, focar sobretudo os aspectos que nos parecem essenciais para a compreensão de conceitos associados ao som e, em última análise, de todos os fenómenos ondulatórios, como seja, por exemplo, o conceito de comprimento de onda.

Bibliografia

"Propagação tridimensional de ondas sonoras", folhas de apoio da disciplina de Campos e Ondas do Mestrado em Física para o Ensino do Departamento de Física da FCUL, A.M.Vallêra, J.Maia Alves, J.M.Serra.

3.2 Sobre a visualização tridimensional do relevo e a execução de blocos diagrama

A. MATEUS

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Sempre que se elege para estudo um determinado sistema terrestre, importa localizá-lo convenientemente por forma a entender as relações espaciais que este estabelece com o ambiente e posicionar correctamente os locais onde se procedeu à medição de parâmetros diversos e à colheita de amostras para estudo subsequente. Para este fim, recorre-se geralmente a cartas topográficas, base comum de um variadíssimo número de representações temáticas, como aliás foi apresentado no primeiro volume desta brochura.

Para além dos usuais problemas de orientação das cartas topográficas (previamente abordados de forma sucinta no Tomo 1), permanecem, por vezes, questões relacionadas com a interpretação destes valiosos documentos de trabalho que decorrem apenas da dificuldade por muitos sentida em visualizar tridimensionalmente o relevo representado de forma codificada na carta, impedindo a construção mental de imagens que retratem globalmente a superfície terrestre em observação. Tal pode, e deve, ser combatido recorrendo à observação, por exemplo, de pares estereográficos de fotografias aéreas. Mas, na ausência destas, como proceder?

Uma maneira prática e muito simples de mostrar a utilidade das curvas de nível (linhas que unem pontos da superfície terrestre com igual altitude) impressas numa carta topográfica e, simultaneamente, ajudar a construir a visão tridimensional do relevo, pode ser desenvolvida de forma rápida e eficiente levando os alunos à: 1) observação e análise de excertos representativos de cartas topográficas; 2) explicitação oral da imagem mental criada por cada um; e 3) teste (verificação) da plausibilidade dessas imagens através da construção de uma **maqueta do terreno**. Esta última construção, envolvendo o decalque das sucessivas curvas de nível em folhas de papel vegetal, sua impressão em folhas de cartolina ou cartão e respectivo corte, e subsequente epilhamento, permitirá obter rapidamente a forma de relevo pré-visualizada, a qual pode ser utilizada em diversos trabalhos futuros. Se, por exemplo, houve o cuidado de seleccionar excertos da carta topográfica relativa à região envolvente à Escola, nada melhor do que confrontar os modelos

de relevo criados (maquetas) com a observação dos mesmos, programando uma pequena saída de campo para o efeito. No caso da maquete representar uma área significativa da carta topográfica, o itinerário seguido nesta saída poderá ser devidamente assinalado, colocando pequenas marcas nos locais onde se parou para observar (medir e amostrar, se for o caso). Em todas as situações, a leitura comparada da carta e da maquete ajudará a formar imagens tridimensionais do relevo cada vez mais próximas da realidade. E quando tal acontece a utilização destes materiais torna-se crucial a diversos fins. É então possível desenvolver numerosas actividades transdisciplinares na Escola e no campo, visando, por exemplo:

- a introdução do conceito de escala;
- a observação e análise geral da complexidade e diversidade inerente às morfologias naturalmente geradas em contraste com as desenvolvidas pelo Homem;
- a medição de comprimentos, áreas e volumes;
- a distribuição dos terrenos intervencionados pelo Homem e respectivo impacto na estruturação e organização dos ecossistemas naturais;
- o estudo das relações entre as formas de relevo e as características geológicas da região;
- a inventariação e delimitação da cobertura vegetal natural;
- a análise da influência exercida pelas formas de relevo nas redes de drenagem superficial e em algumas das características climáticas da região; *etc., etc.*

Perguntar-se-á, contudo, se não existem outras maneiras de representar tridimensionalmente o relevo. É certo que as há. Algumas até muito poderosas, obtidas automaticamente através de *software* específico. Em nossa opinião, porém, a utilização abusiva e demasiadamente precoce deste tipo de abordagens pode ser contraproducente, impedindo a construção da referida imagem mental do relevo através da simples leitura de uma carta topográfica (como se ao deslumbramento de uma bonita representação informatizada 3D de uma porção da superfície terrestre, se seguisse a frustração de nunca ser capaz de produzir algo semelhante sem o recurso a meios sofisticados...). Importa, assim, introduzir os **blocos diagrama** como meio de representação gráfica suficientemente precisa do relevo, de grande expressividade, de fácil leitura e manuseamento. Para os que eventualmente estejam interessados nas técnicas de construção de blocos diagrama, recomenda-se vivamente a leitura dos trabalhos de André (1980) ou de Daveau (1982).

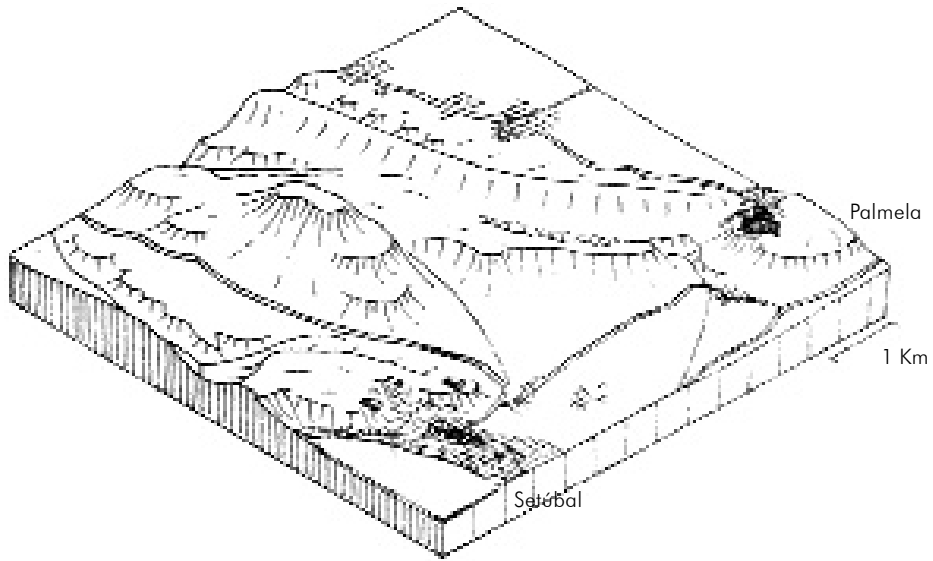
O bloco diagrama foi inventado no último quartel do século XIX, tanto quanto se sabe pelo geomorfólogo G. K. Gilbert. Esta técnica de representação oferece do espaço estudado uma visão em perspectiva, muitas vezes comparável à que se obtém de um miradouro elevado ou a partir de uma fotografia aérea oblíqua.

Apresenta, porém, a vantagem adicional de permitir adicionar informação complementar e de natureza diversa (toponímica, geomorfológica, geológica, etc.) sobre a superfície superior ou mesmo sobre os perfis verticais que limitam lateralmente o bloco. Este último não pretende, pois, representar fielmente a realidade topográfica. Antes pelo contrário, ele oferece ao leitor uma **esquemática interpretativa** da realidade, representando muito mais uma técnica de exposição de conclusões (ou resultados) e de hipóteses (ou modelos) do que um meio de aquisição de novos conhecimentos.

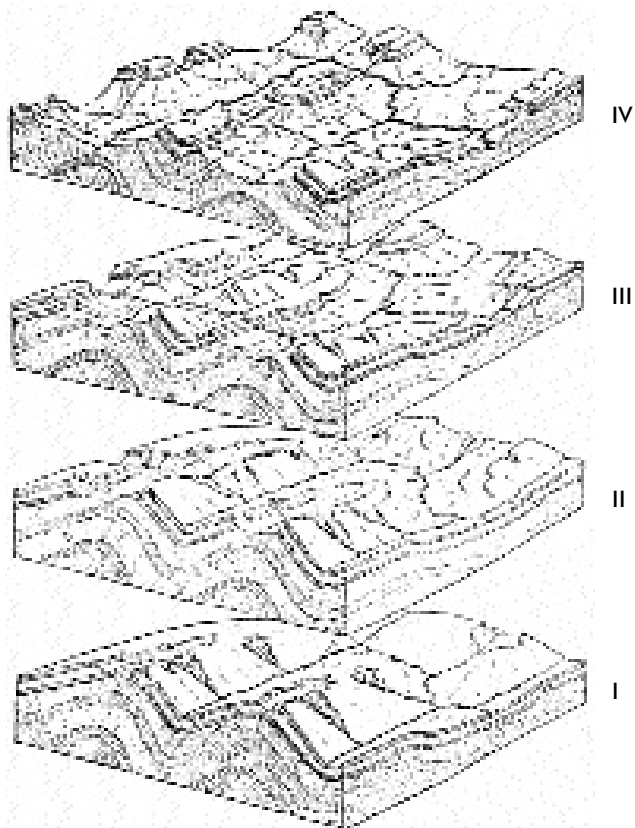
A enorme expressividade dos blocos diagrama confere-lhes grande valor didático, sendo por isso habitualmente usados no ensino como método de exposição ou de demonstração. A sua construção, porém, raramente é encarada como meio imprescindível à formação dos alunos. Tal afigura-se lamentável pois a realização de um bloco diagrama tem como primeiro requisito a plena compreensão do assunto a representar pelo executante, constituindo também um excelente meio para a consolidação de conhecimentos adquiridos em diversas disciplinas. Neste sentido, a relutância frequentemente sentida em construir e utilizar os blocos diagrama só pode ser entendida como reflexo das dificuldades técnicas por muitos sentida na sua execução. As linhas seguintes procuram dar resposta a este problema, propondo algumas técnicas simples de construção de blocos diagrama com desenvolvimento apropriado no âmbito do Ensino Secundário. Saliente-se, mais uma vez, que a qualidade e eficácia expressiva de um bloco diagrama dependem muito mais da compreensão que o executante tem dos fenómenos a representar, do que da escolha de uma técnica de realização geometricamente mais sofisticada. Discussões detalhadas das técnicas a usar na construção dos blocos diagrama, bem como diversos exemplos da sua aplicabilidade e pertinência didático-pedagógica, podem ser encontrados em, e.g., André (1980) ou de Daveau (1982).

Existem dois tipos principais de blocos diagrama, para além de diversas variantes que seguidamente se apresentarão: 1) esquemas à mão livre, que representam formas imaginárias; e 2) construções a partir de uma carta ou de um mapa, podendo estas ser classificadas em função da perspectiva utilizada. O primeiro tipo de blocos diagrama presta-se a diversas utilizações, sendo a sua construção facilitada pela utilização de um fundo isométrico (explicado adiante). O segundo tipo de blocos diagrama envolve uma transformação gráfica a partir do documento cartográfico, a qual implica sempre alguma perda de informação pois o desenho em perspectiva conduz à ocultação de algumas das formas e exige uma certa generalização, *i.e.* uma **simplificação interpretativa**. A figura 1 documenta alguns exemplos de blocos diagramas.

A



B



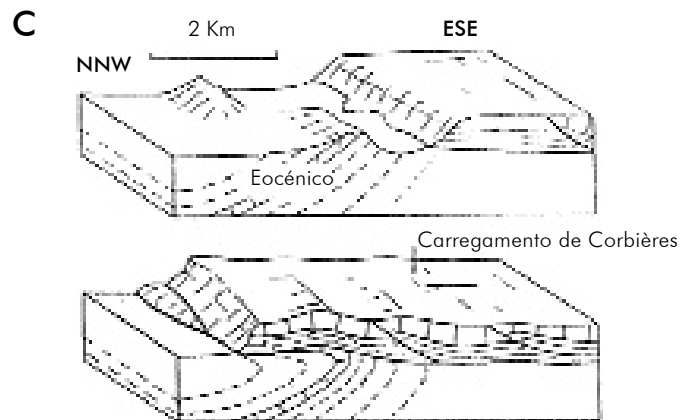
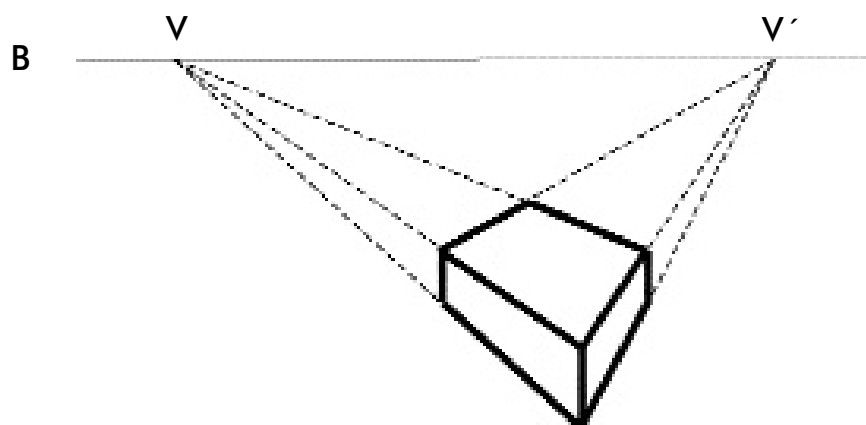
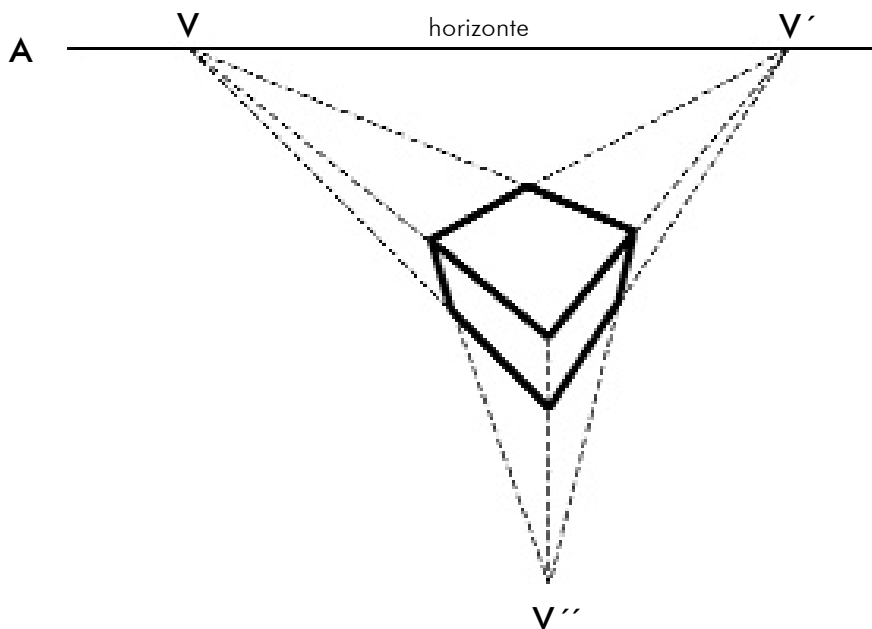


Figura 1 - A: Bloco diagrama representativo da parte oriental da Serra da Arrábida, salientando os elementos principais do relevo (Serras de S. Luís e do Louro); adaptado de Daveau (1982). B: Blocos diagrama ilustrando uma evolução teórica das formas de relevo de uma região sedimentar dobrada com base nas estruturas geológicas e geomorfológicas preservadas (**sinclinal alcandorado**, em IV); retirado de Martonne (1922). C: Bloco diagrama documentando a evolução da própria estrutura geológica (carreamento de Corbières, na zona Este dos Pirinéus), mostrando as consequências no relevo; adaptado de Mattauer (1973).

Centremos a nossa atenção nos blocos diagrama perspectivados, construídos a partir de uma carta ou de um mapa. A **perspectiva exacta** exige uma construção em função de 3 pontos de fuga (fig.2 A), localizando-se dois deles no plano horizontal e o terceiro na vertical. Mercê da complexidade geométrica envolvida na construção em perspectiva exacta, recorre-se frequentemente à **perspectiva simplificada**, a qual faz apenas uso de dois ou de um ponto de fuga (fig. 2B e 2C); no último caso, um dos lados do bloco é paralelo à linha horizonte; nas três variantes de perspectiva, as dimensões horizontais e verticais do bloco não permanecem constantes, diminuindo progressivamente no sentido dos pontos de fuga utilizados. Num tipo de perspectiva ainda mais simplificada (denominado **falsa perspectiva** – fig. 2D), os pontos de fuga recuam até ao infinito e os limites do bloco ficam paralelos entre si, o que torna a construção muito mais fácil; no caso particular do "**bloco isométrico**", as dimensões são conservadas nas três direcções principais (paralelas aos bordos do bloco). A selecção da perspectiva (ângulo de visão do observador em relação ao plano horizontal) deve ser efectuada em função do que se pretende representar. Note-se que a transformação gráfica envolvida na construção do bloco diagrama destina-se a facilitar a

apreensão visual do documento, sendo, portanto, mais eficaz, porque menos abstracta. Por outras palavras: dado que a imagem fornecida pelo bloco diagrama se encontra mais próxima da nossa visão das paisagens, a sua compreensão exige um esforço intelectual menor do que a do mapa, deixando mais livre a nossa capacidade de reflexão e comparação.

Vejam agora algumas indicações práticas úteis à preparação de um bloco diagrama em falsa perspectiva, realizado a partir de um documento topográfico em curvas de nível. Note-se que as indicações fornecidas podem ser adaptadas com facilidade à construção de um bloco diagrama esquemático ou de um bloco em perspectiva com 1 ou 2 pontos de fuga.



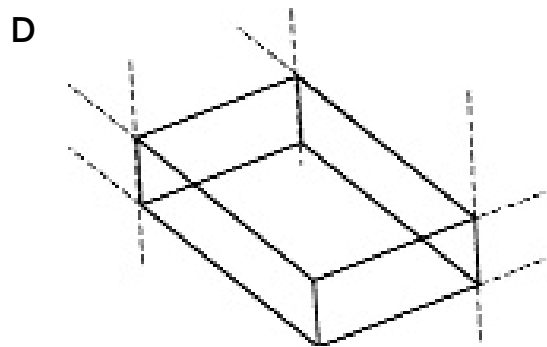
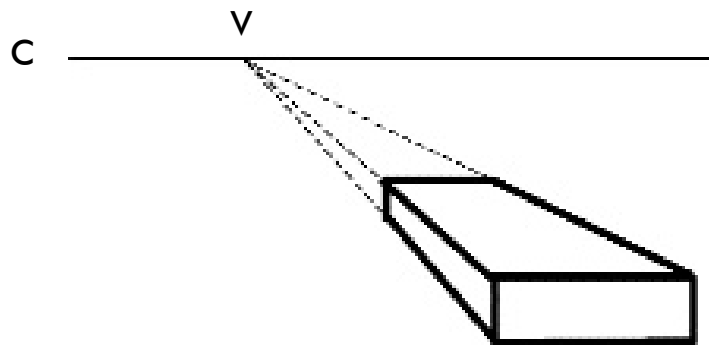


Figura 2 - Tipos de perspectiva utilizados na construção de blocos diagrama. A: perspectiva exacta, utilizando três pontos de fuga (V , V' e V''). B: perspectiva simplificada em função de dois pontos de fuga (V e V'). C: perspectiva simplificada recorrendo a um ponto de fuga (V). D: falsa perspectiva.

1. Sucessão de operações e escolhas preliminares

- Selecção do **fenómeno** que se pretende representar;
- Delimitação da **área exemplificativa**; esta corresponde normalmente a uma porção considerada representativa do fenómeno seleccionado, sendo portanto suficiente para revelar as suas características fundamentais;
- Selecção da **orientação** do bloco, dando ênfase ou tornando expressivo o que se pretende representar;
- Selecção do ponto de vista (figura 3).

2. Escolha de uma técnica

Apresentam-se seguidamente duas técnicas distintas (I e II). A primeira consiste na translação vertical das curvas de nível. A segunda implica a esquematização prévia do relevo. As fases iniciais de execução são idênticas para os dois casos, pelo que as indicações dadas para cada uma das técnicas serão apresentadas paralelamente.

2.1. Fases de construção

Todas as operações serão facilitadas: i) pelo uso de um papel isométrico; ii) pela execução de cada fase em papel vegetal diferente; e iii) tendo o cuidado de desenhar primeiro a lápis, passando depois o registo a tinta antes de iniciar a fase seguinte.

- Desenho da **quadrícula** no mapa ou na carta (ou numa fotocópia destes); 5 cm de lado constitui dimensão razoável; é cómodo adoptar como dimensão da quadrícula um número inteiro de triângulos do fundo isométrico. Usando a técnica I, devem-se sublinhar as curvas de nível que se afiguram úteis reter; executando segundo a técnica II, procede-se à esquematização das linhas mestras de relevo registando ainda os pontos altimetricamente mais significativos.
- **Transporte** da quadrícula deformada e dos elementos fundamentais de relevo para o primeiro vegetal, sobrepondo ao fundo isométrico (curvas de nível na técnica I e esquematização do relevo na técnica II).
- **Transformação em altitude**. Sobre um segundo vegetal, sobreposto ao primeiro e ao fundo isométrico, procede-se às operações seguintes, após ter seleccionado e desenhado a escala vertical.
 - Técnica I: para desenhar a curva de nível mais alta (m), colocar a extremidade inferior do bloco, ou a linha inferior do mesmo, m abaixo da extremidade da quadrícula do primeiro vegetal; desenhar então a curva. Para registar sucessivamente as curvas de altitude inferior, deslocar gradualmente o segundo vegetal conforme o valor da equidistância; é inútil

marcar a parte das curvas de nível que se posicionam atrás das curvas previamente traçadas; as linhas de água são posteriormente desenhadas por interpolação entre as reentrâncias das curvas de nível.

- Técnica II: a transformação em altitude do desenho traçado no primeiro vegetal faz-se ponto a ponto para os lugares geométricos mais significativos. Com um pouco de experiência, o fundo isométrico permite avaliar a olho nú e com aproximação suficiente a posição do ponto transportado em relação ao primeiro. É importante não esquecer que as linhas de água apresentam pendor longitudinal, pelo que se deve proceder à translação vertical necessária do seu curso superior.
- **Revestimento do bloco diagrama:** é cómodo começar por colocar os perfis verticais que limitam o bloco. Desenhá-los primeiro a partir do mapa, na escala deste. Transportá-los, depois, num terceiro vegetal com a devida redução e deformação, ainda colocado sobre o fundo isométrico; nesta operação, afigura-se importante manter as linhas verticais na sua posição verdadeira. Seguidamente, retirando o primeiro vegetal e o fundo isométrico, procede-se ao revestimento da face superior do bloco diagrama. Na primeira fase do revestimento, procura-se a expressão do relevo esboçando a tridimensionalidade através de redes de linhas, pseudo-curvas de nível descontínuas, ponteados, etc.; a intensidade destes traços ou ponteados pode ser modificada por forma a criar uma impressão de sombreado que aumenta a sensação de relevo. Claro está que a selecção do tipo de revestimento depende em boa medida da habilidade manual do executante ou da finalidade do bloco diagrama. A observação crítica do bloco diagrama obtido, desde logo confrontando-o com a observação directa do terreno, ajudarão muito esta fase importante do acabamento. Se o primeiro revestimento não resultar suficientemente expressivo, será fácil desenhar uma nova versão melhorada, bastando para isso sobrepor uma outra folha de papel vegetal à anterior. Na segunda fase do revestimento, depois da representação do relevo ter alcançado a desejada expressividade, novas versões do bloco diagrama poderão ser estabelecidas, comportando indicações toponímicas e implantação dos temas que se pretendem apresentar. Nesta fase, também se pode modificar a forma do bloco, quer cortando as porções desnecessárias à representação, quer introduzindo perfis suplementares (veja-se, por exemplo, André, 1980).

Referências

André A. (1980). *L'expression graphique. Cartes et diagrammes*. Hermann Collection Méthodes, Paris.

Daveau S. (1982). *Bloco-diagrama. Tipos e técnicas simples de realização*. Centro de Estudos Geográficos, Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa (2ª tiragem, corrigida).

3.3 Trabalho de Campo em Biologia

RUI RIBEIRO, ANTÓNIO VERÍSSIMO

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Introdução

Os maiores desafios que a Humanidade enfrenta, mormente perante o imperativo de um Desenvolvimento Sustentável, implicam o alargamento e aprofundamento da literacia científica e, em particular, biológica, por parte da população estudantil. A consciencialização e reflexão crítica em questões como o efeito de estufa, a clonagem, os alimentos geneticamente manipulados, as dioxinas, a destruição de habitats, entre muitas outras, são inadiáveis, sob pena duma crescente incapacidade dos cidadãos em desempenharem o seu papel no seio da democracia participada e em garantirem a liberdade e o controlo sobre os abusos de poder e sobre a falta de transparência nas decisões políticas.

Por se acreditar que o trabalho de campo em Biologia acarreta mais valias para a formação dos cidadãos, foi pretendido neste texto, em primeiro lugar, sistematizar o seu valor pedagógico potencial no aprofundamento da literacia biológica, quer ao nível da aquisição de conhecimentos, quer no reforço de capacidades, quer, ainda, na assunção de princípios éticos e atitudes associadas. Em segundo lugar, visando em especial os professores, foi pretendido fornecer informação clara e relevante sobre os procedimentos gerais em trabalho de campo em Biologia. Em terceiro lugar e porque se reconheceu que as formações iniciais dos professores nem sempre são as mais adequadas à implementação, no contexto educativo, de percursos investigativos fora da sala de aula, foi pretendido apresentar sugestões metodológicas, recorrendo a vários casos de estudo e enfatizando o uso de materiais e equipamentos de baixo custo e de fácil construção.

É agora claro que não se elabora, de seguida, um qualquer relatório de actividades e/ou resultados dos percursos/vivências dos formandos e formadores no âmbito das acções de formação promovidas pelo Departamento do Ensino Secundário do Ministério da Educação, mas, porque se considera mais relevante, é objectivo geral desta contribuição, partilhar opiniões, fornecer informações e avançar sugestões sobre o trabalho de campo em Biologia aos que são e serão,

pelo seu profissionalismo e militância, os garantes da educação biológica dos cidadãos – os professores. Muito do que foi escrito e de como foi escrito resulta das experiências partilhadas com formandos e formadores, pelo que este texto não deixa de ser, também, um produto dessas acções de formação.

Trabalho de campo em Biologia – aquisição de conhecimentos

Tradicionalmente, as aulas práticas em Biologia, e à semelhança das da Física ou da Química, têm sido interpretadas como essencialmente laboratoriais, onde decorre a demonstração ou, nalguns casos, a investigação de constituintes dos sistemas vivos e de processos biológicos, tanto quanto possível isolados e decompostos. A este ensino da Biologia, estruturado em "especialidades": botânica, zoologia, citologia, histologia, anatomia, fisiologia, genética,..., corresponde uma perspectiva da vida e dos seres vivos que pode ser classificada como tomista ou reducionista. Esta perspectiva interessa-se pelo órgão, pelos tecidos, pela célula, pelas moléculas, e procura descrever as funções a partir das estruturas. Neste caso, o organismo só pode ser explicado pelas propriedades das partes que o constituem. É, assim, valorizada a unidade de composição e de funcionamento e os trabalhos práticos visam, nesta perspectiva da Biologia, a decomposição da complexidade, tão minuciosamente quanto possível, de tal modo que se possam examinar os elementos, com o ideal de pureza e precisão que só a Física e a Química permitem. Os pressupostos metodológicos inerentes a esta visão só podem ser coerentemente cumpridos no espaço laboratorial, assumindo a precisão das observações um carácter fundamental, uma vez que a capacidade analítica da realidade é a chave para a sua construção. Assim, o cumprimento rigoroso dos procedimentos protocolares e o conjunto de habilidades necessárias para os cumprir sobressaem em relação à compreensão da construção racional dos próprios procedimentos, já que estes se encontram perfeitamente padronizados, como se de uma Química Analítica se tratasse. No outro extremo, pode ser identificada uma perspectiva da vida e dos seres vivos designável por integracionista. Nesta outra visão, o organismo é considerado como um elemento de um sistema de ordem superior, o grupo, a população, a espécie,... Aqui, as propriedades de um ser vivo, o seu comportamento e as suas realizações, não são passíveis de serem explicados a partir das suas estruturas moleculares, pois, em cada nível de organização, a integração dos elementos, suas interrelações e interdependências conferem aos sistemas propriedades que os elementos não possuem: "o todo não é apenas a soma das partes". Uma vez que a inferência fornecida pela observação, a comparação e a percepção diacrónica da realidade representam as grandes linhas metodológicas inerentes a esta visão do mundo vivo, o trabalho de campo emerge como um espaço privilegiado para a compreensão e interpretação da realidade, sendo o ênfase deslocado da execução de procedimentos laboratoriais para os mecanismos racionais que conduzem à selecção e coordenação dos procedimentos e estratégias que levam à compreensão da vida.

Reconhecida a importância de uma abordagem integrada da Biologia, quer na identificação do seu objecto de estudo – a Vida, quer na exploração articulada de conhecimentos que engloba actualmente, torna-se imperioso o confronto racionalizado e consciente com a elevada complexidade e o elevado dinamismo

dos sistemas biológicos e com a diversidade encontrada nos seres vivos para realizar as funções que caracterizam a vida. Contrariamente à decomposição fraccionadora da realidade, sob condições controladas em espaço laboratorial, o trabalho de campo em Biologia facilita este confronto. Consequentemente, mais que um elemento motivador, o trabalho de campo deverá assumir-se como uma aproximação do "Mundo Escolar" ao "Mundo Real", facilitando a apropriação, pelos alunos, de conceitos em Biologia, que, em sala de aula, não passariam de abstrações mais ou menos inconsequentes e estéreis, como "ecossistema", "habitat", "factores bióticos e abióticos", "sucessão ecológica", "população", "adaptação", "biodiversidade morfológica e funcional",...

Trabalho de campo em Biologia – reforço de capacidades

Contrariamente a actividades profissionais repetitivas e rotineiras, mesmo que altamente especializadas (e.g., técnico de análises ambientais), a cidadania exige bem mais que a aquisição, no período estudantil, de um sólido conjunto de competências científicas (e.g., obtenção de informação, compreensão de conceitos) e técnicas (e.g., utilização de equipamentos, manipulação de amostras, tratamento de dados). Cumprirá, pois, à Escola um papel acrescido no desenvolvimento das capacidades que se consideram, em absoluto, os alicerces relevantes na Educação para a Cidadania: capacidades de abstracção, de experimentação, de trabalho em equipa e de ponderação e sentido de responsabilidade.

- a) **abstracção**: seja numa reserva natural, num efluente fabril, num rio de montanha ou no jardim da Escola, o trabalho de campo exige, pela elevada complexidade das situações a estudar, um esforço acrescido de abstracção e raciocínio lógico e crítico. Este esforço alicerça o desenvolvimento das competências para simplificar, ordenar, interpretar e reestruturar a aparente desordem de informações emergente da elevada complexidade dos sistemas biológicos e para inferir e reconhecer o significado das interrelações e interdependências características da realidade;
- b) **experimentação**: estabelecer relações causa-efeito, compreender articulações estrutura-função e explorar diferentes interpretações (mormente em sistemas complexos, como é o caso dos sistemas biológicos passíveis de serem estudados em trabalhos de campo) são competências que mobilizam a confrontação racionalizada entre o previsto e o observado, *i.e.*, implicam percursos investigativos de cariz experimental e, subsequentemente, o desenvolvimento da curiosidade, da criatividade, da humildade, do cepticismo e da análise crítica;
- c) **trabalho em equipa**: quer pela necessidade constante de reflectir a adequação e adaptação de técnicas e protocolos às situações reais, quer pelos constrangimentos temporais e logísticos, em regra contornáveis em laboratório, o trabalho de campo é, por norma, um trabalho de equipa que apela à constante renegociação de estratégias e procura de consensos no balancear do esforço *versus* benefício, do rigor *versus* relevância, com o conseqüente reforço da expressão verbal, da fundamentação, da compreensão, da cooperação e da solidariedade.

- d) **ponderação e sentido de responsabilidade:** são capacidades que se reforçam na constatação consciente de situações reais de disrupção dos sistemas biológicos, sejam casos de destruição de habitats, sobreexploração de recursos, poluição,... Mobilizadas com outras e com um sólido conjunto de conhecimentos, estas capacidades facultam competências para interpretar, criticar, julgar, decidir e intervir responsabilmente na realidade envolvente.

Trabalho de campo em Biologia – assunção de princípios éticos e de atitudes

Pressupondo a importância de conhecer (descobrir e compreender) para respeitar e preservar, impõe-se facultar à população estudantil vivências em ambientes naturais e, sob a orientação do professor, o contacto com um sistema de valores e, subsequentemente, a assunção de atitudes associadas, nomeadamente, aos princípios de reciprocidade e responsabilidade do ser humano perante os seres vivos e perante a diversidade biológica (estrutural e funcional, multissistémica e informacional), em contraponto com os princípios de objectividade e instrumentalização característicos de um relacionamento antropocêntrico. Deve, por isso, ser ambição de qualquer trabalho de campo, contribuir para a aquisição e o desenvolvimento de atitudes e comportamentos responsáveis face ao ambiente, alicerçando-se no contacto directo dos alunos com a natureza e na descoberta e compreensão *in situ* da sua diversidade e complexidade.

Trabalho de campo em Biologia – regras básicas e segurança

À semelhança das actividades laboratoriais, as actividades em campo envolvem perigos potenciais que devem ser previamente ponderados, visando quer a sua minimização, quer o conjunto de respostas adequadas em situações de risco acrescido. Sumariamente, deverão os responsáveis garantir:

- que os estudantes envolvidos nas actividades de campo conhecem e compreendem cabalmente os objectivos do trabalho, os perigos potenciais e os procedimentos adequados em caso de acidente;
- as precauções apropriadas relativas a estudantes com deficiências físicas;
- que nenhum dos participantes se encontra sob o efeito do álcool ou de drogas;
- que está disponível um estojo de primeiros socorros e de que pelo menos dois participantes (alunos, auxiliares ou professores) são competentes na aplicação de primeiros socorros, sobretudo em caso de hipotermia, exaustão por calor, desidratação, intoxicação, feridas, fracturas, luxações e entorses, afogamento, reacções alérgicas, mordeduras e picadas de animais;
- que nenhum participante trabalhe sozinho sem consentimento;
- que os participantes são competentes a ler mapas e a utilizar bússolas e que ambos estão disponíveis;

- que foram obtidas as necessárias autorizações dos encarregados de educação, da escola, dos proprietários e dos responsáveis pelos locais de trabalho;
- que, antes das actividades de campo, foram informadas pessoas sobre a localização, percursos e horários das actividades, e que qualquer alteração de planos será comunicada a pessoas que não participem das actividades;
- que todos os participantes vestem coletes salva-vidas sempre que trabalhem dentro de água ou em barcos;
- que as actividades no litoral ou em estuários e rias são desenvolvidas com o conhecimento das tabelas de maré;
- que a previsão das condições climatéricas permite o desenrolar dos trabalhos e que estes serão interrompidos se as condições desaconselharem o seu prosseguimento;
- que todos os participantes conhecem os sinais internacionais de pedido de socorro, para minimizar consequências em caso de alguns se perderem:

em terra:

- seis longos apitos, sinais de lanterna, acenos com os braços ou gritos de socorro, em sequência, seguidos de uma pausa de cerca de um minuto, repetindo-os se necessário;

na água:

- com um apito ou com lanterna: três sinais curtos, três longos e três curtos (conforme o código de Morse para SOS); pausa e repetição se necessário;
 - elevar e baixar os braços lenta e repetidamente;
 - acenar com um pano ou roupa colorida lenta e repetidamente;
 - disparar sinais de fumo laranja ou clarões vermelhos.
- que o vestuário de todos os participantes está apropriado às condições climatéricas e às actividades previstas (observar aves implica vestuário discreto):

frio:

- **cabeça:** barrete quente e impermeável;
- **tronco:** casaco impermeável e corta-vento;
- **pernas:** calças apertadas não são adequadas;
- **pés:** meias grossas e botas. Galochas não são adequadas para longas caminhadas;

calor:

- **cabeça:** chapéu;
- **tronco:** roupa clara, leve e larga;
- **áreas expostas:** aplicar uma loção solar de elevado factor de protecção.

Como em laboratório, a manipulação de substâncias e produtos químicos em campo (fixadores, conservantes, combustíveis,...) acarreta a absoluta necessidade de conhecer os símbolos de perigo presentes nos rótulos (tóxico, irritante, corrosivo, inflamável, explosivo,...) e os procedimentos adequados em caso de derrame, incêndio ou explosão e em caso de possível intoxicação por contacto, inalação, absorção, ingestão ou inoculação. A manipulação de químicos perigosos implica o uso de vestuário apropriado (bata de algodão não inflamável, luvas, óculos de protecção,...), a proibição de comer, beber ou fumar, a ausência de efeitos decorrentes do uso de álcool ou drogas, a proibição de pipetar com a boca, a ventilação que for considerada apropriada, o uso das quantidades mínimas possíveis de químicos perigosos e a arrumação e limpeza da área de trabalho.

Trabalho de campo em Biologia – procedimentos gerais

Três aspectos cruciais do trabalho de campo em Biologia devem ser cuidadosamente ponderados, sob pena de desperdiçar tempo e esforço: planeamento, preparação e antecipação.

No âmbito do planeamento do trabalho de campo, as questões chave são:

- quais são os objectivos do trabalho de campo? – visando potenciar o desenvolvimento de capacidades de experimentação, é vivamente sugerido que estudos descritivos sejam substituídos por resolução de problemas associados, por exemplo, à comparação da diversidade (riqueza específica e abundâncias relativas) em locais com diferentes condições (nomeadamente sujeitos a agentes perturbadores antropogénicos, e.g., presença de vestígios de lontra em locais próximos *versus* distantes de aglomerados populacionais, macroinvertebrados de solo em terrenos cultivados com *versus* sem aplicação de pesticidas, insectos voadores nocturnos em terrenos com monoculturas florestais *versus* terrenos com elevada diversidade específica de árvores) ou ao longo de gradientes de parâmetros abióticos (e.g., vegetação dunar em função da distância à praia, comunidades planctónicas em função da corrente, microalgas em função da profundidade em sistemas lênticos).
- quanto tempo e quantas saídas são necessárias para cumprir os objectivos?
- quais são os riscos associados às actividades a desenvolver em campo?
- que condições adversas é possível verificarem-se?
- quantas amostras são necessárias e como serão recolhidas?

- como serão as amostras acondicionadas e transportadas para o laboratório?
- que material é necessário?
- que transporte é necessário para pessoal, amostras e equipamento?

É frequente sobreestimar as capacidades de desenvolver actividades em campo, pelo que se sugere prever a possibilidade de atrasos, sobretudo em condições climáticas menos favoráveis. A lista de material deverá ser preparada com a antecedência devida. Material geral deverá incluir:

- caderno de campo, lápis e fichas de dados - caso se preveja a ocorrência de chuva, é recomendável o uso de folhas de fórmica ou cadernos de plástico rugosos para efectuar os registos com lápis. A chuva impede a utilização de marcadores indeléveis (canetas de acetato) e de folhas de plástico. Esta solução apresenta a vantagem de se poder reutilizar as folhas após lavagem com algodão e álcool;
- marcadores indeléveis para identificar os recipientes com as amostras;
- câmara fotográfica e de filmar, se apropriado;
- comida e bebida;
- estojo de primeiros socorros;
- coletes salva-vidas, se apropriado;
- apitos;
- relógios;
- lanternas;
- canivetes multi-usos;
- mapas e bússolas;
- lupas de mão, se apropriado;
- guias de campo, se apropriado;
- equipamento e material específico de medição e de colheita – itens suplementares de substituição devem ser incluídos;
- recipientes de acondicionamento das amostras e etiquetas;
- mochilas individuais.

Os locais de trabalho em campo devem ser previamente inspeccionados, pelo menos, pelos responsáveis, e as autorizações devidas devem ser atempadamente obtidas. Actividades em locais potencialmente perigosos, como zonas de sedimentos vasosos em estuários ou rochas na zona intertidal, implicam o uso de material e equipamento específico, nomeadamente para transporte de material.

Especialmente em trabalhos de campo em contexto educativo, o absoluto respeito pelo ambiente deve nortear as actividades e a selecção de materiais, pelo que:

- o trinómio Redução-Reutilização-Reciclagem deve acompanhar a selecção de todos os materiais utilizados. Consequentemente, importa que os participantes estejam previamente sensibilizados para o aproveitamento e reutilização dos materiais e equipamentos. A situação ideal é que os únicos desperdícios sejam os lápis, a tinta das canetas e produtos de limpeza do material, e que até as fichas de dados possam ser aproveitadas e ulteriormente reutilizadas;
- a perturbação devida à presença dos participantes em campo deve ser minimizada. A preparação das saídas de campo deve, pois, incluir a consciencialização por parte dos estudantes das posturas correctas em campo:
 - não abandonar os trilhos previamente definidos;
 - não fazer ruído desnecessário, mesmo aquando actividades em grupo, que se consideram sobremaneira úteis e relevantes na formação dos participantes;
 - depositar o lixo nos contentores e locais apropriados;
 - não colher nenhum organismo vivo, a não ser o estritamente necessário e previamente planeado. Recomenda-se que, sempre que possível, os participantes devolvam ao ambiente os organismos colhidos, pelo que a preparação e planeamento das actividades em campo deve considerar o estudo *in situ* dos organismos vivos. O valor pedagógico da elaboração de colecções é considerado fortemente questionável, pelo que só devem ser transportados para laboratório os organismos considerados absolutamente imprescindíveis à continuação da investigação. Os responsáveis devem ter atenção aos eventuais estatutos de protecção das espécies e dos habitats em causa. Em particular, os responsáveis devem acautelar o respeito pelos períodos e áreas de nidificação e refúgio de animais selvagens.

Trabalho de campo em Biologia – casos de estudo

No Ensino Secundário, a ausência na escola de equipamento específico de qualidade não deve ser impeditiva para o desenvolvimento de percursos investigativos envolvendo trabalho de campo. Pelo contrário, é aqui advogado o recurso a equipamentos de baixo custo e de fácil construção, que, além de ultrapassarem limitações económicas das Escolas, possibilitam o envolvimento dos próprios alunos na concepção e na montagem das soluções técnicas para obter as informações de que necessitam para o seu trabalho de campo. No contexto educativo, resultados exactos são de muito maior valia que resultados precisos.

Mais ainda, a eventual redução da precisão associada aos resultados, decorrente da utilização de equipamento não padronizado, pode, regra geral, ser compensada pelo aumento do número de **réplicas**, sendo assim garantidos níveis suficientemente baixos de variabilidade dos dados que possibilitem a rejeição/aceitação das hipóteses em teste. Entende-se por **exactidão**, a proximidade de uma medição (valor medido) ou de um cálculo (valor calculado, no caso de uma variável derivada) ao seu valor verdadeiro. Entende-se por **precisão**, a proximidade de medições repetidas entre si. Por exemplo, uma balança defeituosa pode fornecer leituras (valores de peso de uma amostra) muito precisas (leituras repetidas são muito próximas entre si) mas pouco exactas (porque o valor verdadeiro do peso da amostra é distante das leituras feitas na balança defeituosa). Utilizar um amostrador improvisado para amostras de água em profundidade, num lago, pode resultar em volumes de água amostrados bastante variáveis (por exemplo, 0,95; 1,15; 1,05 litros; ...), ao contrário de um amostrador padronizado (volumes sempre muito próximos de 1,00 litros). No entanto, replicando convenientemente a amostragem, a média dos volumes será muito próxima de 1,00 litro, o que garante que os resultados apesar de pouco precisos não deixam de ser exactos. A introdução de **erros** sistemáticos (em inglês *bias*), que desviem o resultado num determinado sentido, deve ser obviamente evitada, mas, no contexto educativo, estes erros sistemáticos revestem-se de pouca relevância face à vivência do percurso. Mais ainda, se o erro introduzido (por exemplo, uma rede de plâncton que deixe passar os organismos mais pequenos) for constante (foi sempre utilizada a mesma rede) nas diferentes amostragens (por exemplo, a diferentes profundidades), não é inviabilizada a comparação dos resultados (densidades de planctontes a diferentes profundidades) e infirmação/confirmação da hipótese em teste (por exemplo: há mais plâncton na zona eufótica de um lago do que junto ao fundo).

Sugestões relativas à colheita de algumas biocenoses são seguidamente apresentadas. As soluções descritas foram previamente testadas pelos autores e colaboradores. A identificação, pelos alunos, dos grupos mais relevantes das biocenoses em estudo é largamente facilitada pela utilização de guias de campo em língua portuguesa, dos quais se referem, a título de exemplo, as colecções de guias de campo editadas por:

- Plátano, Edições Técnicas, Lisboa (aves, árvores, cogumelos, vida animal nos rios e nos lagos, mar e vida marinha litoral);
- FAPAS, Fundo para a Protecção dos Animais Selvagens (aves, fauna e flora do litoral, mamíferos de Portugal e da Europa, árvores de Portugal e Europa);
- Everest Editora, Rio de Mouro (colecção Mundo Verde);
- Temas e Debates (aves);
- Publicações Europa-América, Mem Martins (fauna submarina atlântica);
- Editorial Publica, Lisboa;
- Círculo de Leitores.

É igualmente recomendada a colecção Enciclopédia Visual Dorling Kindersley, Editorial Verbo, Portugal.

Fitoplâncton dulçaquícola

A utilização de redes de arrasto específicas para pequenos planctontes pode ser substituída com a filtragem de amostras de água de sistemas lênticos por crivos construídos pelos alunos. Em grupos de dois ou três, os alunos podem recolher água de um lago com baldes e despejá-los em dois baldes de plástico encaixados, aos quais foram retirados os fundos e substituídos por redes de nylon de 0,05 e de 0,01 mm. A rede pode ser colada aos baldes com cola térmica ou cola de aquário. As microalgas retidas no menor crivo podem então ser despejadas com o auxílio de um esguicho para um recipiente de transporte. A contabilização do volume de água filtrada permitirá o cálculo das densidades dos diversos grupos de microalgas presentes na amostra.

Zooplâncton dulçaquícola

A concentração de zooplanctontes pode ser efectuada com um crivo construído com uma garrafa de plástico de 1,5 litros à qual se retirou o fundo. Retirando, com um canive, o centro da respectiva tampa de plástico e colocando um pequeno pedaço (quadrado de 5 x 5 cm) de rede de nylon de 0,15 mm, entre a tampa e a garrafa, fica construído um filtrador. Após filtrar um volume conhecido de água de um lago, o filtro é retirado, desenroscando a tampa da garrafa, e lavado numa pequena tina de plástico, onde podem ser observados os planctontes, com o auxílio de uma lupa de mão. Para o cálculo de densidades, sugere-se a utilização de uma lupa binocular e de cinco a dez réplicas de igual volume.

Amostras de água de sistemas lênticos a diferentes profundidades

Amostradores de água padronizados (por exemplo uma garrafa de Niskin) podem ser substituídos por um amostrador artesanal construído com uma garrafa de plástico de 1 litro, de boca larga, na qual foi introduzida, pressionando, uma bola de borracha de diâmetro ligeiramente maior que a abertura da garrafa. À medida que o amostrador se vai enchendo de água, a bola de borracha flutua e sobe, fechando o amostrador e impedindo a entrada de mais água. No exterior da garrafa devem ser presos com arame dois pesos de chumbo de 1 Kg cada, devidamente revestidos por, por exemplo, cola térmica ou cola de aquário. Estes pesos garantem que a garrafa se afunde. Ao amostrador deve ser presa uma corda de plástico que serve para o puxar. Para colher água a uma determinada profundidade e evitar que a garrafa chegue ao fundo do lago, prende-se uma bóia (por exemplo, uma outra garrafa de plástico, vazia e completamente vedada, de 3 litros) ao amostrador, com uma corda de plástico de comprimento conhecido, a que irá corresponder a profundidade da colheita. Para garantir que só seja colhida água à profundidade pretendida e que o amostrador de água não se vá enchendo à medida que desce na coluna de água, o amostrador deve ser rolhado com, por exemplo, uma rolha de cortiça à qual foi presa uma corda de plástico. Ao atingir a profundidade pretendida, a rolha é retirada puxando, para a margem (ou para o barco, ponte,...), a corda que a prende. Após alguns segundos, o amostrador fica cheio e é recuperado puxando o amostrador para a margem. Este amostrador possibilita que os participantes possam colher água a uma ou duas dezenas de metros da margem, lançando o amostrador para longe.

Insectos voadores nocturnos

Armadilhas de luz podem ser substituídas por um lençol branco preso entre duas árvores e iluminado pelos faróis (máximos) de uma viatura, colocada a duas dezenas de metros. À semelhança das armadilhas de luz, o lençol deverá ser colocado numa zona aberta para atrair de longe os insectos cujo estudo se pretende.

Macroinvertebrados aquáticos de sistemas lóticos

Esta biocenose pode ser amostrada lavando pedras do leito de ribeiros para o interior dos filtradores descritos para o zooplâncton. Em cada grupo de trabalho, um dos alunos pode segurar o filtrador, outro segura a pedra a lavar em cima do filtrador, e um terceiro aluno despeja água sobre a pedra, que escorra, com os organismos, para dentro do filtrador. O filtro é então retirado e lavado numa pequena tina de plástico com um pouco de água, onde os exemplares podem ser observados, com o auxílio de uma lupa de mão.

Macroinvertebrados aquáticos de sistemas lênticos

Pequenas redes de mão, para colher macroinvertebrados presentes junto a macrófitas em sistemas lênticos, podem ser construídos substituindo, em redes de mão para peixes de aquário, a malha por uma malha mais fina (1 mm). Os alunos, devidamente equipados com galochas podem, então, passar a rede junto às plantas aquáticas e despejar o seu conteúdo para pequenas tinas de plástico.

Bibliografia

AAAS/Project 2061 (1993). Benchmarks for Science Literacy. New York: Oxford University Press.

Campbell, N. A.; L. G. Mitchel e J. B. Reece (1999). Biology (5ª ed.). Menlo Park: Benjamin/Cummings Publishing Company.

Canavarro, J. M. (1999). Ciência e Sociedade. Coimbra: Quarteto Editora.

Canavarro, J. M. (2000). O que se Pensa sobre a Ciência. Coimbra: Quarteto Editora.

Conselho Nacional de Educação (org.)(1999). Ensino Experimental e Construção de Saberes. Lisboa: Ministério da Educação.

Dawkins, R. (1988). O Relojoeiro Cego. Lisboa: Edições 70.

Gould, S. J. (1980). O Polegar do Panda. Lisboa: Gradiva.

Gould, S. J.(1989). A Vida é Bela. Lisboa: Gradiva.

Gould, S. J. (2000). Full House, A difusão da Excelência de Platão a Darwin. Lisboa: Gradiva – Publicações, Lda.

Jacob, F. (1985). A Lógica da Vida (2ª ed). Lisboa: Publicações Dom Quixote.

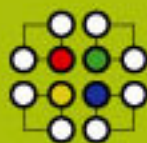
Jacob, F. (1985). O Jogo dos Possíveis (3ª ed). Lisboa: Gradiva.

- Jacob, F. (1997). *O Ratinho a Mosca e o Homem*. Lisboa: Gradiva.
- Jacquard, A. (1998). *A Equação do Nenúfar*. Lisboa: Terramar.
- Jones, A.; R. Duck, R. Reed e J. Weyers (2000). *Practical Skills in Environmental Science*. Harlow, U.K.: Prentice Hall, Pearson Education.
- Jones, A.; R. Reed e J. Weyers (1998). *Practical Skills in Biology* (2ª ed.). Harlow, U.K.: Addison Wesley Longman.
- Lenoble, R. (1990). *História da Ideia da Natureza*. Lisboa: Edições 70.
- Lock, R. (1998). Fieldwork in the life sciences. *Int. J. Sci. Educ.* 20:633-642.
- Losee, J. (1998). *Introdução Histórica à Filosofia da Ciência*. Lisboa: Terramar.
- Mayr, E. (1997). *This is Biology*. Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press.
- National Research Council (1996). *National Science Education Standards*. Washington: National Academy Press.
- Perrenoud, P. (1993). *Práticas Pedagógicas, Profissão Docente e Formação: Perspectivas Sociológicas*. Lisboa: Publicações Dom Quixote e Instituto de Inovação Educacional.
- Sagan, C. (1997). *Um Mundo Infestado de Demónios*. Lisboa: Gradiva.
- Tedesco, J. C. (1999). *O Novo Pacto Educativo*. Vila Nova de Gaia: Edição Fundação Manuel Leão.
- Wilson, E. (1997). *A Diversidade da Vida*. Lisboa: Gradiva.
- Wolpert, L. (1993). *The Unnatural Nature of Science*. Cambridge: Harvard University Press.

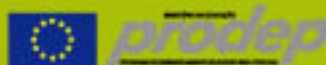
ENSINO EXPERIMENTAL DAS CIÊNCIAS

#5

Lisboa, Novembro/2000



CEC
centro experimental
das ciências




Ministério da
Educação


Ministério da Educação
Departamento do Ensino Básico