



**CAPTAR**  
ciência e ambiente para todos

volume 2 • número 2 • p 67-79

## **Diversidade de invertebrados terrestres: um caso de estudo envolvendo actividades de campo e de laboratório.**

O recurso a metodologias que envolvem trabalho de campo é ainda algo limitado nas escolas portuguesas, não obstante as recomendações veiculadas pelo Ministério da Educação fomentarem este tipo de actividades. O presente estudo relata uma actividade prática, realizada numa escola secundária portuguesa, na qual se recorreu ao trabalho de campo enquanto estratégia alternativa para a abordagem da ecologia e diversidade dos invertebrados terrestres. Foram utilizados métodos de amostragem, captura e extracção de invertebrados terrestres (armadilhas do tipo *Pit fall*, funis de *Tullgren* modificados e tabuleiros de *Whitehead & Hemming* modificados), em três áreas distintas existentes na escola: uma área com vegetação silvestre (Natural), uma área com predominância de pinheiros (Pinhal) e uma área com árvores de fruto (Pomar). Os organismos foram recolhidos, observados e identificados, tendo-se feito a comparação das três áreas de estudo relativamente à capacidade de sustentação de comunidades diversas de invertebrados. A análise efectuada permitiu, para além de validar a aplicabilidade dos protocolos normalizados utilizados em estudos científicos ao público e contexto em questão, construir uma nova ferramenta de apoio à leccionação destes conteúdos em contexto educativo formal, um guia de campo/chave simplificada para a identificação de invertebrados terrestres nos solos escolares, e organizar uma exposição interactiva para a divulgação do estudo junto da comunidade escolar. Os alunos envolvidos nas actividades demonstraram motivação adicional quando envolvidos nas actividades, não deixando de atingir os objectivos estabelecidos oficialmente no currículo da disciplina, factos que podem ser encarados como um argumento favorável à implementação de actividades de campo e de laboratório mais regulares em contexto escolar.

### **Palavras-chave**

biodiversidade  
trabalho de campo  
ecologia  
ecossistemas terrestres  
invertebrados

Joana Luísa Pereira<sup>1\*</sup>

Ricardo Cruz<sup>2</sup>

Sónia Costa<sup>3</sup>

Isabel Paiva<sup>4</sup>

Isabel Abrantes<sup>5</sup>

<sup>1</sup> CESAM e Departamento de Biologia, Universidade de Aveiro.

<sup>2</sup> Centro de Geociências, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

<sup>3</sup> Agrupamento de Escolas de Seia.

<sup>4</sup> Escola Secundária Quinta das Flores, Coimbra.

<sup>5</sup> IMAR-CMA, Departamento de Ciências da Vida, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra.

\* jpereira@ua.pt

## INTRODUÇÃO

A biodiversidade é, inevitavelmente, um assunto abordado em contexto escolar, normalmente em disciplinas específicas como a Biologia ou em disciplinas mais generalistas como as Ciências Naturais. Este tema, embora abordado com maior profundidade em determinados níveis, é transversal a grande parte do currículo de disciplinas relacionadas com a Biologia ao longo de todo o Ensino Básico e Secundário (EBS). Considerando que a diversidade animal é um dos itens que pode ser estudado no âmbito da biodiversidade, é fundamental reconhecer que os invertebrados são o maior grupo de animais que se pode definir. De facto, e apesar de os vertebrados constituírem a representação mais imediata e prevalente tida pelos alunos relativamente ao mundo animal, estes representam apenas 4% do total de espécies animais descritas (Brusca e Brusca, 2003). Sendo os invertebrados animais geralmente pequenos, que se escondem durante largos períodos e que na maior parte das vezes só se conseguem observar utilizando técnicas de procura e extracção específicas, é muito natural que a sociedade em geral e os alunos do EBS em particular não tenham a noção da representatividade deste grupo no mundo vivo.

Perante este valor, não é difícil de conceber a diversidade de *habitats* que os invertebrados podem ocupar: existem invertebrados aquáticos marinhos, estuarinos e dulçaquícolas, e invertebrados terrestres, sujeitos às mais diversas condições ambientais. A presente actividade foca a meso e macrofauna edáfica, ou seja, os invertebrados do solo com dimensões entre 0,2 e 2 mm ou superiores a 2 mm, respectivamente (Begon et al., 1996; Odum e Barrett, 2005), mais frequentes em solos portugueses. Neste contexto, os filos Mollusca, Annelida e Arthropoda são os mais representados. Os gastrópodes são os únicos representantes do filo Mollusca na macrofauna edáfica, sendo um dos grupos de invertebrados mais bem sucedidos na colonização do ambiente terrestre (Campbell e Reece, 2007). A classe dos oligoquetas congrega grande parte dos anelídeos que se podem encontrar no solo e o filo Arthropoda é sem dúvida o mais representado (Odum e Barrett, 2005), o que não surpreende dada a elevadíssima diversidade que o caracteriza (cerca de um milhão de espécies identificadas distribuídas por quase todos os habitats da Biosfera; Campbell, 1996). A actividade da macrofauna edáfica é crucial para a manutenção da capacidade de um solo enquanto habitat funcional (Gerrard, 2000). Os animais herbívoros e detritívoros são actores fundamentais na formação de húmus, catalizando a reciclagem de nutrientes por fungos e outros microrganismos (Begon et al., 1996; Molles, 1999; Odum e Barrett, 2005).

Dada a sua representatividade e considerando que as técnicas envolvidas na sua observação são relativamente simples e facilmente adaptáveis à disponibilidade de material e recursos habitualmente prevalente nas escolas nacionais, os invertebrados acabam por se apresentar como organismos apropriados para integrar estudos em contexto escolar. Estas técnicas podem ser utilizadas em estudos pontuais de carácter exploratório, mas também são facilmente adaptáveis a estudos mais complexos em que se abordem padrões de variação sazonal ou temporal nas comunidades edáficas, dependendo do objectivo de cada estudo ou do nível de ensino em causa. Mais ainda, o trabalho de campo envolvido na aplicação destas técnicas assume-se como uma vertente fundamental numa perspectiva experimental do ensino das ciências, sendo mesmo recomendada a sua utilização nas orientações curriculares actualmente prevalentes no EBS em Portugal.

O Ensino Experimental das Ciências inspira-se na própria Ciência e nos processos nela envolvidos, pretendendo treinar e reforçar capacidades associadas à abstracção e inferição, ao pensamento sistémico e

crítico, à reflexão, à criatividade e à curiosidade (Veríssimo e Ribeiro, 2001a,b). A aplicação de actividades práticas, nas quais se inclui o trabalho de campo e de laboratório (Leite, 2001), tem tido resultados muito positivos ao nível da motivação, da capacidade de discussão, na concentração dos alunos e, conseqüentemente, no sucesso da aprendizagem (e.g., Almeida, 1998; Lock, 1998; Canavarró, 1999; Tessier, 2003). Adicionalmente, em diversos estudos, os alunos têm manifestado o seu interesse e motivação para a realização de actividades práticas nas aulas de ciências, considerando que estas contribuem para o sucesso na sua aprendizagem (Osborne e Collins, 2001; Braund e Driver, 2005; Sousa et al., 2009).

Através das actividades práticas, os alunos “aprendem fazendo”, cumprindo três pilares importantes do ensino das ciências, ou seja, “aprender Ciência”, “aprender sobre Ciência” e “fazer Ciência” (Hodson, 1996). O trabalho de campo, que tem particular destaque na actividade aqui descrita, tem igualmente sido apontado como uma estratégia promotora da aprendizagem em ciências porque combina aspectos cognitivos, processuais e afectivos da aprendizagem, proporciona vivências e evidências imediatas no contacto com o exterior, motiva para o incremento do conhecimento geral e treina a vertente atitudinal na formação do aluno (e.g., Lock, 1998; Manzanal et al., 1999; Tal, 2004; Hurley, 2006). Não menos relevante é o facto de o estudo de contextos ou questões ambientais próximos dos alunos (por exemplo, a diversidade animal na própria escola, a contaminação do poço que têm em casa, do rio onde se pesca peixe para a família ou do lago onde se toma banho no verão) constituir uma importante ligação que condicionará o interesse e o apreço pelo problema no futuro (Lock, 1998). O trabalho de campo é ainda um momento privilegiado de contacto com o mundo vivo e frequentemente de manipulação de diferentes organismos, o que geralmente leva ao desenvolvimento de atitudes positivas face à generalidade dos seres vivos (Yore e Boyer, 1997).

Neste trabalho, apresenta-se um estudo efectuado numa escola predominantemente urbana do Ensino Secundário, localizada no centro-litoral de Portugal, no âmbito de um clube de Ciência. A comunidade de invertebrados terrestres estabelecida em três áreas distintas da escola foi observada e analisada. Estas três áreas existentes na escola constituem ecossistemas com características distintas: uma área com vegetação silvestre (Natural), uma área com pinheiros (Pinhal) e uma área com árvores de fruto (Pomar). Foram utilizadas técnicas para capturar e extrair os invertebrados terrestres, em cada uma das áreas e, a partir da sistematização da análise efectuada aos dados obtidos, foi elaborado um guia de campo simplificado. Esta ferramenta foi construída com um âmbito generalista, abrangendo três ecossistemas distintos, pelo que é passível de ser utilizada integralmente ou como base de trabalho em outras escolas e até em outros níveis de ensino, desde que sujeita às devidas adaptações.



## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Área de estudo*

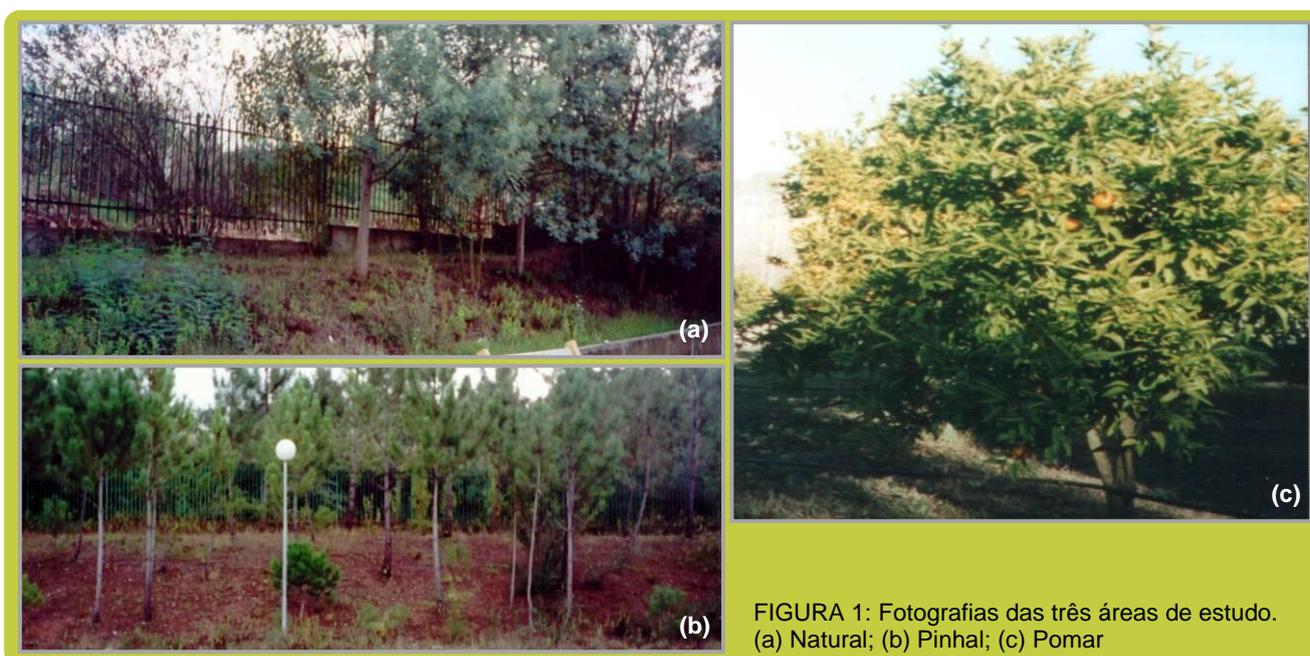
O estudo da diversidade de invertebrados terrestres foi efectuado em três áreas distintas existentes no recinto da escola (Figura 1), tendo a captura de organismos/colheita de amostras de solo sido efectuada

durante a primavera. A caracterização florística de cada uma destas áreas foi efectuada de acordo com Humphries et al. (1996)<sup>1</sup>:

(i) Área Natural – área bravia, pouco submetida a intervenção humana. O coberto vegetal inclui maioritariamente canas e ervas altas, em que pontualmente se encontram outras plantas de porte arbustivo e arbóreo: *Fumaria officinalis*, *Geranium robertianum*, *Rosa canina*, *Salix alba*, *S. fragilis*, *Verbascum thapsus* e diversas umbelíferas.

(ii) Área de Pinhal – predominância de *Pinus pinaster*, encontrando-se também as espécies *Acacia dealbata*, *Erica cinerea*, *Rosa canina* e *Ulex europaeus*.

(iii) Área de Pomar – área onde se nota uma forte intervenção humana, dado que se trata de um pomar tratado com diversas árvores de fruto (*Citrus aurantium*, *C. medica*, *C. nobilis*, *Olea europaea*, *Prunus armeniaca*, *P. persica*, *Pyrus communis*).



### *Invertebrados epígeos*

A captura de invertebrados terrestres epígeos, que se deslocam à superfície do solo, foi efectuada utilizando armadilhas do tipo *Pitfall* (Meyer, 1996). As armadilhas foram preparadas usando fundos de garrafas de água de 1,5 L, em plástico, cortados de forma que a altura final do recipiente resultante fosse cerca de 10 cm. Um segundo componente das armadilhas é a sua cobertura. Para o efeito foram cortados quadrados de madeira com 12 x12 cm, aos quais foram coladas molas de roupa, com cerca de 1 cm de altura. Esta cobertura pode ser substituída por pedras que se encontrem nos locais onde serão colocadas as armadilhas, sendo que esta abordagem não produzirá, naturalmente, materiais para uso posterior. Foram colocadas cinco armadilhas em cada área de acordo com o exemplificado na Figura 2a. De seguida, foi adicionado etanol a 70% perfazendo cerca de metade do volume total do fundo de garrafa, e colocou-se a

<sup>1</sup> Existem outros guias de campo mais gerais ou mais específicos de determinadas áreas, que podem ser recomendados para fazer este tipo de trabalho de caracterização, e que permitem inclusivamente explorar mais esta vertente do trabalho se assim for pretendido: Aas e Riedmiller, 2001; Pinho et al., 2003; Pereira et al., 2006; Bingre et al., 2007. Pode ainda ser referida a utilidade, neste contexto, de recursos na internet como a Biorede: <http://www.biorede.pt>.

tampa<sup>2</sup>. As armadilhas foram verificadas diariamente, pelos alunos, durante duas semanas (Figura 2b). Durante estas verificações foi feito o ajuste do volume de álcool evaporado e a recolha de organismos capturados. Após as duas semanas de captura, as armadilhas foram removidas dos locais e procedeu-se à observação e identificação dos animais recolhidos. As frequências de cada grupo de organismos foram expressas em percentagem relativa ao número total de organismos encontrados.



FIGURA 2: Captura de invertebrados terrestres utilizando armadilhas do tipo *Pitfall*. (a) Materiais utilizados e colocação das armadilhas no solo; (b) Manutenção das armadilhas pelos alunos, ao longo das duas semanas de captura.

### *Invertebrados endógeos*

Em cada uma das áreas de estudo foram colhidas dez amostras de solo. Para garantir a normalização do volume de solo, a colheita das amostras foi efectuada utilizando uma lata de refrigerante, com um dos topos removido, na qual fora feita uma marca a 6 cm do topo removido. Utilizando a lata marcada, foram retirados 6 cm de solo em perfil correspondentes a cada amostra (aproximadamente 160 cm<sup>3</sup> de solo). As amostras de solo foram individualizadas em sacos de plástico e transportadas para o laboratório, onde foram limpas de detritos maiores (e.g., ramos ou pedaços de folhas).

A extracção de invertebrados foi efectuada utilizando uma adaptação dos funis de Tulgreen (Meyer, 1996). Estes funis (Figura 3a) foram construídos com materiais comuns disponíveis na escola utilizando um suporte metálico que sustenta um funil de vidro (diâmetro – cerca de 20 cm); na abertura maior do funil é colocada uma rede (malha - cerca de 0,5 mm), sobre a qual foi colocada a amostra de solo que se pretendia analisar; à saída do funil foi acoplado um recipiente colector contendo etanol a 70%; sobre cada um destes funis foi ligada uma lâmpada eléctrica de 60 v, durante 72 horas. Desta forma é criado um gradiente de luz e

<sup>2</sup> Em locais que sejam bastante frequentados é conveniente utilizar folhas e pequenos ramos para camuflar as armadilhas, de forma que fiquem menos visíveis, diminuindo o risco de serem destruídas ou manipuladas durante o período de captura.

temperatura, uma vez que este processo de extracção é baseado no princípio de que os ácaros e colêmbolos, de acordo com um padrão de comportamento direccional que responde a este gradiente, se afastam da luz, acabando por cair no recipiente acoplado ao funil (Meyer, 1996; Odum e Barrett, 2005).



FIGURA 3: Preparação das técnicas de extracção de invertebrados terrestres endógeos. (a) Construção e montagem de funis de *Tullgren* adaptados; (b) Materiais e montagem de tabuleiros de *Whitehead & Hemming* modificados, para extracção específica de nemátodes.

Na área do pomar, as árvores de fruto apresentavam alguns sintomas de doença que poderiam estar associados à presença de nemátodes fitoparasitas. Embora não constituindo parte fundamental do estudo, a possibilidade de observar nemátodes com estruturas morfológicas adaptadas ao fitoparasitismo (estilete) tem um interesse comparativo relevante, para além do que a sua extracção envolve uma técnica adicional que pode ser utilizada em estudos mais focalizados. Assim, neste estudo, os nemátodes foram extraídos apenas de duas amostras de solo colhidas no Pomar (300 g de solo/amostra), utilizando a técnica do tabuleiro de *Whitehead & Hemming* modificado (Figura 3b). (Abrantes et al., 1976, Coyne et al., 2007). Este método de extracção baseia-se no facto de os nemátodes activos que se encontram no solo se deslocarem a favor de um gradiente de humidade e consequentemente migrarem do solo para a água do tabuleiro. As amostras de solo foram colocadas sobre papel fino tipo *Kleenex* que, por sua vez, se encontrava suportado por uma rede de plástico (0,5 cm de malha) colocada sobre um tabuleiro de plástico, havendo um espaço de 0,5 cm entre a rede e o fundo do tabuleiro. O solo, de cada amostra, foi espalhado uniformemente, de modo a ficar uma camada fina sobre o papel. De seguida, foi adicionada água da torneira ao tabuleiro até o solo ficar húmido (sem ficar saturado de água). A fim de se obter uma suspensão clara, o tabuleiro com o solo não deve ser movido. Após 48 horas, a rede de plástico com o solo foi cuidadosamente retirada e a suspensão de nemátodes vertida para um copo de vidro (1 litro). Esta suspensão foi deixada em repouso por um período de 3 horas, o que permitiu concentrar os nemátodes no fundo do copo. A seguir, a água sobrenadante foi aspirada, cuidadosamente, até se obter um volume de 200 ml de suspensão. Réplicas (10

ml) desta suspensão foram observadas ao microscópio estereoscópico para identificar e distinguir os nemátodes livres e os fitoparasitas.

A identificação dos invertebrados endógeos e epígeos foi efectuada recorrendo a chaves taxonómicas gerais (e.g. Quigley e Madge, 1988; Olsen et al., 2001).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total, foram capturados, extraídos e observados 447 indivíduos. Em todas as áreas de estudo foram identificados espécimes pertencentes aos filós Annelida, Mollusca e Arthropoda, sendo que os artrópodes se encontravam claramente mais representados (Figura 4). Os invertebrados encontrados pertenciam a sete classes distintas de invertebrados terrestres: Oligochaeta, Gastropoda, Insecta, Arachnida, Crustacea, Diplopoda e Chilopoda (Figura 4). Nas três áreas em estudo, os insectos e os aracnídeos estavam mais representados, seguidos pelos crustáceos e pelos quilópodes, com excepção do Pinhal, onde não foram detectados crustáceos. A classe Diplopoda apresentou também baixas frequências nas áreas Pinhal e Pomar (0,6 e 1,1%, respectivamente), embora tenha sido encontrada uma frequência um pouco mais elevada na área Natural (cerca de 4%). Deve notar-se ainda que o Pinhal parece sustentar menor diversidade do que qualquer uma das outras áreas, já que ali apenas se identificaram organismos pertencentes a cinco classes distintas: Gastropoda, Insecta, Arachnida, Diplopoda e Chilopoda (Figura 4).

A presença bastante significativa de classes do filo Arthropoda foi consistente com o facto de se tratar de um filo caracteristicamente muito diverso. Enquanto grupo, os artrópodes serão talvez os animais que reúnem uma maior diversidade adaptativa, o que permite que se

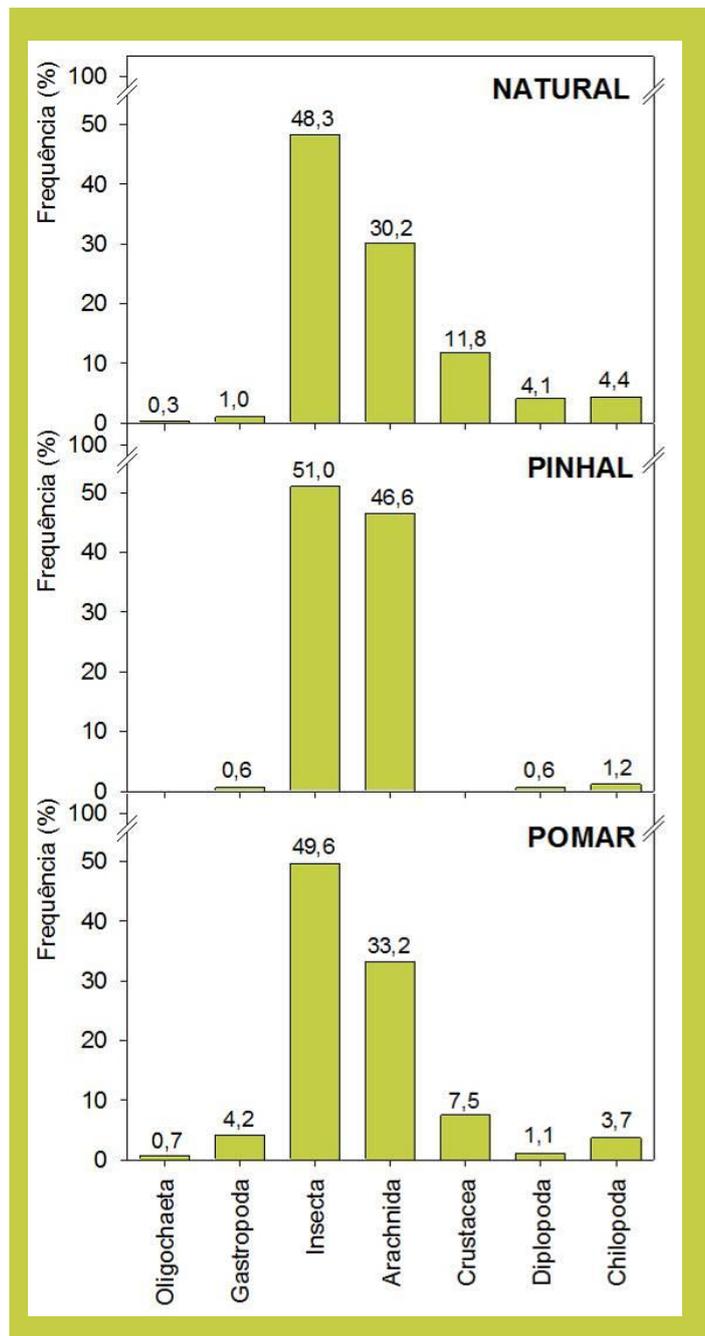


FIGURA 4: Frequência (%) das diferentes classes de invertebrados terrestres nas áreas Natural, Pinhal e Pomar. No topo de cada barra é especificado o valor de frequência correspondente.

distribuíam e sobreviviam virtualmente em qualquer habitat do planeta (Ruppert et al., 2004). Os artrópodes estão geralmente bem representados nas comunidades edáficas, uma vez que o solo funciona como refúgio relativamente às condições bióticas e abióticas que se verificam acima dele (Villani et al., 1999).

Os filos Annelida e Mollusca foram claramente menos prevalentes nas áreas de estudo. De facto, a classe menos frequente em todas as áreas de estudo foi a classe Oligochaeta (0-0,7%), seguindo-se a classe Gastropoda nas áreas Natural e Pinhal (0.6 - 1%). Os oligoquetas terrestres em geral alimentam-se de detritos orgânicos e as espécies mais comuns reúnem animais que escavam galerias no solo, contribuindo para o seu arejamento e estruturação (Eijsackers et al., 2005; Römbke et al., 2005). Quer isto dizer que, em princípio, um solo com maior teor de matéria orgânica e que apresente menor grau de compactação será sempre um solo que se espera sustentar uma comunidade maior de anelídeos oligoquetas. Dado que os solos das três áreas de estudo eram bastante pobres em matéria orgânica, sendo os solos das áreas Natural e Pinhal particularmente compactos, estes resultados eram de alguma forma esperados. O mesmo aconteceu relativamente aos gastrópodes, ou seja, apesar de se tratar da maior e provavelmente da mais bem sucedida classe de moluscos em termos evolutivos (Ruppert et al., 2004; Campbell e Reece, 2007), a frequência de indivíduos desta classe nas áreas de estudo foi bastante baixa. Esta aparente incongruência pode estar relacionada com o tamanho dos indivíduos. As armadilhas do tipo *Pitfall* são amplamente utilizadas como método de captura e as capturas realizadas por estes métodos são geralmente fieis às comunidades naturais que se pretendem amostrar; tem sido já referido que grupos como os gastrópodes e larvas de diversos invertebrados, dada a sua forma de locomoção lenta e o seu tamanho, poderão ser subestimados com este método de amostragem (Pontégnie et al., 2005). O espaço que se estabelece entre a base da armadilha (fundo de garrafa) e a sua cobertura pode impedir a entrada de alguns organismos maiores, influenciando assim os resultados finais. Esta situação pode ser minimizada manipulando o espaço disponível para a entrada de organismos na armadilha. Neste sentido, as armadilhas podem ainda ser complementadas com métodos de amostragem por área: define-se uma área fixa de, por exemplo, 1 m<sup>2</sup>, de onde se recolhe toda a camada superficial do solo, sendo os invertebrados aí presentes posteriormente recolhidos por triagem.

Os valores mais altos de frequência relativa foram encontrados para as classes Insecta e Arachnida em todas as áreas de estudo (frequências acima dos 48 e dos 30%, respectivamente). Tendo em conta este facto, avançou-se um pouco mais na identificação destes organismos, classificando-os até à Ordem. Nas amostras foram identificados insectos pertencentes às ordens Collembola, Coleoptera, Diptera, Orthoptera e Hymenoptera, bem como aracnídeos pertencentes às ordens Aranea e Acarina (Figura 5).

Relativamente aos insectos, a ordem Collembola foi a mais representada nas três áreas (valores de frequência entre 43 e 57%), enquanto os ortópteros foram os organismos menos frequentes, não tendo mesmo sido encontrados no Pomar. Foi registada uma representação importante dos coleópteros (escaravelhos) na área Natural (26%). Esta ordem agrupa organismos bastante ubíquos e abundantes, logo, não seria de esperar a discrepância notada entre as diferentes áreas de estudo na frequência de coleópteros capturados. Os coleópteros não escavam galerias no solo e preferem locais onde densas camadas de folhas e detritos em decomposição lhes possam dar abrigo (e.g. Pontégnie et al., 2005), o que pode ter contribuído para a sua maior frequência na área Natural. É reconhecido que os coleópteros apresentam, frequentemente, preferências alimentares específicas, ou seja, é frequente haver uma

associação entre uma determinada espécie de coleóptero e uma determinada espécie de planta, de cujas folhas a primeira se alimenta (Olsen et al., 2001). Assim, é possível que na área Natural se proporcionasse mais a ocorrência desta associação relativamente às restantes áreas. No entanto, apenas uma identificação mais detalhada dos organismos (por exemplo, até ao género) poderia permitir a confirmação desta hipótese. No Pomar, foi ainda notada uma frequência elevada (42%) de larvas e adultos de dípteros (por exemplo, moscas e mosquitos) (Figura 5a). Os dípteros alimentam-se essencialmente de pólen, folhas e detritos orgânicos, podendo ainda parasitar diversas plantas (Olsen et al., 2001). Estes hábitos alimentares poderão explicar a maior representatividade de dípteros observada no Pomar. A baixa representatividade da ordem Orthoptera (gafanhotos) poderá, à semelhança do que acontece com os gastrópodes, estar a ser influenciada pelas dimensões corporais destes herbívoros, que não lhes permitem entrar na armadilha.

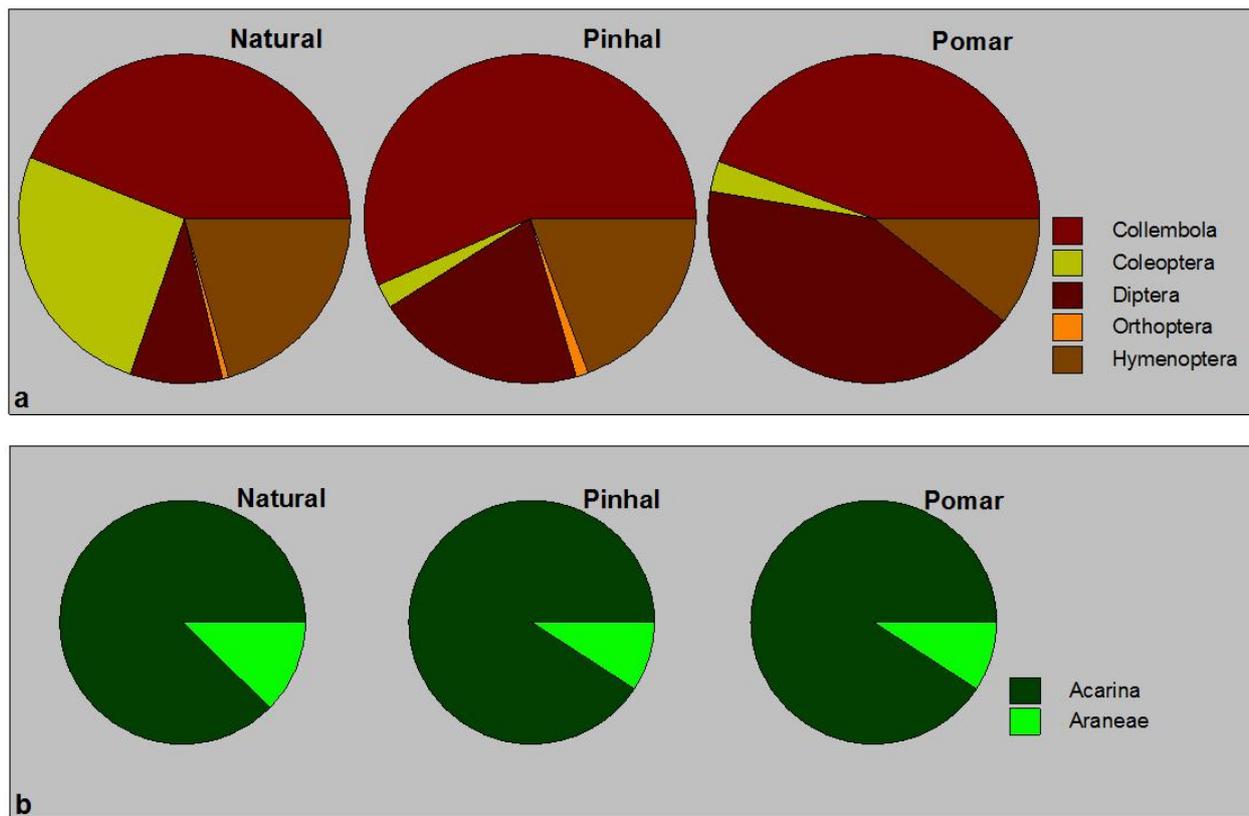


FIGURA 5: Perspectiva comparativa da distribuição de indivíduos das classes Insecta (a) e Arachnida (b) nas três áreas de estudo.

No geral, os ácaros dominaram os organismos observados da classe Arachnida, em que a melhor representação da ordem Araneae foi registada no Pomar (16%) (Figura 5b). Os ácaros são considerados um dos grupos mais úbvicos do reino animal, sendo as espécies terrestres extremamente abundantes, e particularmente associadas a plantas, folhas decíduas, solo, humus, detritos orgânicos, etc (Ruppert et al., 2004; Odum e Barrett, 2005). Assim, não é de todo surpreendente que tenham sido encontradas frequências elevadas de indivíduos da ordem Acarina em qualquer uma das áreas de estudo. Da ordem Araneae são geralmente característicos indivíduos predadores que se alimentam, na sua maioria, de insectos. Assim, a frequência de aranhas registada no Pomar deverá estar relacionada com a elevada frequência de dípteros registada na mesma área de estudo. Por outro lado, a presença de aranhas no

Pomar pode também estar associada à menor compactação do solo; há algumas famílias de aranhas que constroem uma grande variedade de pequenas galerias ou buracos delineados com teias de seda que contribuem para arejar o solo, alterando a sua estrutura (Villani et al., 1999).

Apesar de a extracção de nemátodes ter sido efectuada a partir de amostras de solo do Pomar (não foi feita amostragem específica em plantas ou na rizosfera), foi possível distinguir nemátodes de vida livre e nemátodes fitoparasitas. Os nemátodes encontram-se praticamente em todos os ambientes, não só como organismos livres mas também como parasitas. A maioria são animais microscópicos filiformes e cilíndricos, estreitando o corpo em ambas as extremidades. No solo, os nemátodes de vida livre desempenham um papel relevante na decomposição da matéria orgânica, mineralização e reciclagem de nutrientes no solo. Os nemátodes fitoparasitas são prejudiciais para as espécies vegetais e são responsáveis pela redução de cerca de 11% da produção agrícola (Agrios, 2005). De facto, os nemátodes são organismos extremamente abundantes no solo, muitas vezes constituindo o grupo mais abundante de invertebrados edáficos (Khan e Kim, 2007), e muitos fitoparasitas passam parte do ciclo de vida no solo (Coyne et al., 2007), o que explica a sua presença em amostras de solo comuns. Neste estudo, apenas foi feita uma análise qualitativa das suspensões de nemátodes, uma vez que o objectivo foi fazer a distinção entre os nemátodes livres e os parasitas de plantas. Esta distinção foi feita com base na ausência/presença, na cavidade bucal, de uma estrutura cuticular, o estilete. Quando o nemátode se alimenta, o estilete emerge através da abertura oral e penetra no tecido vegetal da planta hospedeira. Nesta fase do trabalho, a discussão com os alunos centrou-se no significado ecofisiológico do parasitismo e nos prejuízos que os nemátodes podem causar nas culturas economicamente importantes, limitando a produção de alimentos. Os sintomas nas plantas, provocados por nemátodes, não são específicos e, muitas vezes, são atribuídos a outras causas como cansaço das terras, baixo teor de humidade ou deficiente fertilidade do solo. Para avaliar os problemas relacionados com os nemátodes parasitas de plantas foi publicado um guia de campo e laboratório ilustrado (Coyne et al., 2007) com informação básica sobre: a biologia geral dos nemátodes; grupos e hábitos alimentares dos nemátodes; identificação dos sintomas dos estragos causados pelos nemátodes, métodos de colheita e processamento de amostras de solo e de plantas. Uma versão em português deste documento está disponível na Internet.

O objectivo final do presente estudo foi construir uma chave de identificação simplificada (Anexo I), adaptada à escola onde o trabalho foi realizado, que permite a identificação de grupos-chave de invertebrados terrestres. Este documento reúne trabalho dos alunos e dos professores na (e para) a escola, podendo ser usado em diferentes contextos em processos de ensino e aprendizagem que envolvam actividades práticas. Embora o processo de ensino e de aprendizagem implícito nesta actividade não tenha sido avaliado quantitativamente, não podendo portanto concluir-se quantitativamente acerca do potencial do trabalho de campo e laboratorial na construção e desenvolvimento de competências, foi notório o entusiasmo, motivação e participação dos alunos durante a sua realização. Esta motivação estendeu-se aquando da elaboração de uma exposição interactiva que sintetizou o trabalho realizado (Figura 6). Nesta exposição, o trabalho efectuada foi apresentado à comunidade escolar, que ali podia visitar os ecossistemas estudados, já que foram disponibilizadas amostras de solo e organismos dos locais de estudo que podiam ser manipuladas pelo visitante, e ter contacto com as técnicas utilizadas durante o trabalho.

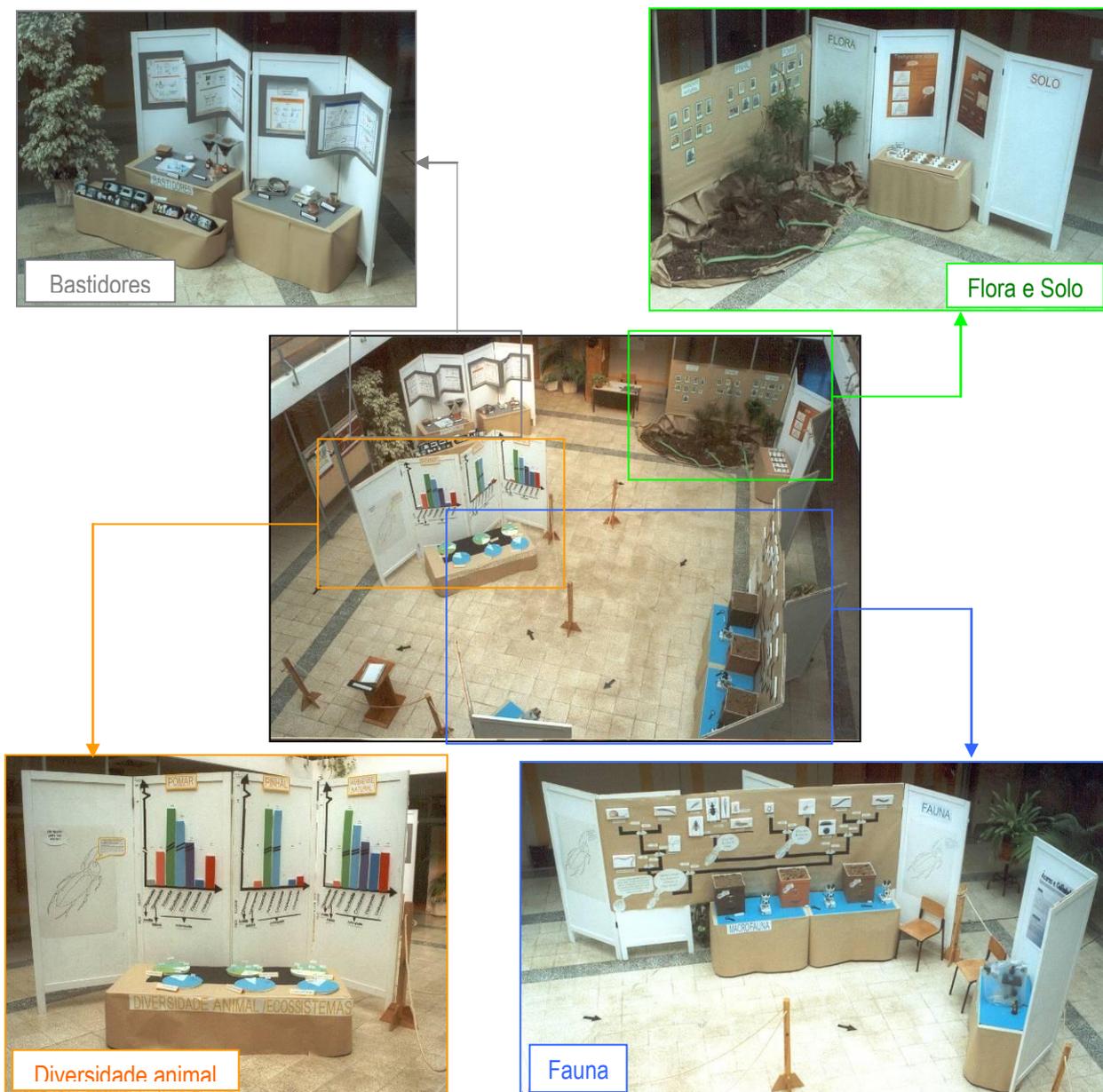


FIGURA 6: Exposição interactiva que sintetizou o trabalho efectuado para a comunidade escolar. Nos “Bastidores” foram apresentadas as técnicas utilizadas na captura e extracção dos organismos, em “Flora e solo” foi feita uma breve caracterização dos locais de estudo; em “Diversidade animal” apresentaram-se os resultados do estudo realizado sobre a fauna edáfica (frequências dos organismos em cada local de estudo); em “Fauna” reproduziu-se a chave simplificada elaborada no contexto da actividade e disponibilizaram-se amostras de diversos organismos encontrados em cada local, para que o visitante os pudesse classificar.

## APLICAÇÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Este trabalho descreve uma actividade prática relacionada com a diversidade animal, envolvendo uma componente de trabalho de campo e outra de trabalho laboratorial, desenvolvida por alunos e professores de uma Escola Secundária portuguesa no âmbito de um clube de Ciência. Muito embora o trabalho tenha sido desenvolvido neste contexto de educação não formal, os procedimentos ou parte deles podem ser

facilmente adaptados a contextos de educação formal disciplinar. Mais ainda, a extensão em que actividade seja desenvolvida permitirá a sua aplicação a diferentes conteúdos curriculares em diferentes anos de escolaridade. Este texto constitui, portanto, uma base de trabalho que pode ser usada tal como descrita ou que pode ser melhorada e adaptada às condições particulares de cada estudo e de cada local analisado. Dada a facilidade com que se aplica e a flexibilidade que possui relativamente à sua adequação a diferentes níveis e contextos de ensino, estas actividades práticas podem ainda constituir um bom ponto de partida para investigações mais detalhadas sobre a importância das actividades práticas enquanto estratégia promotora da aprendizagem e aquisição de competências e construção de conhecimento em Ciências Naturais, no Ensino Básico e Secundário.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aas G, Riedmiller A (2001). *Trees of Britain & Europe – Collins Nature Guide*. HarperCollins Publishers, London, 254pp.
- Abrantes I, Morais MM, Paiva I, Santos MS (1976). Análise metodológica de solos e plantas. *Ciência Biológica* 1: 139-155.
- Agrios GN (2005). *Plant Pathology*. Academic Press, USA, 922 pp.
- Almeida A (1998). *Visitas de estudo – concepções e eficácia na aprendizagem*. Livros Horizonte, Lisboa, 235 pp.
- Begon M, Harper JL, Townsend CR (1996). *Ecology – individuals, populations and communities*, 3rd edition. Blackwell Science, Oxford, 1068 pp.
- Bingre P, Aguiar C, Espírito-Santo D, Arsénio P, Monteiro-Henriques T (Coord.s cient.) (2007). *Guia de Campo – As árvores e os arbustos de Portugal continental*. Jornal Público/ Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento/ Liga para a Protecção da Natureza, 462 pp.
- Braund M, Driver M (2005). Pupils' perception of practical science in primary and secondary school: implications for improving progression and continuity of learning. *Educational Research* 47(1): 77-91.
- Brusca RC, Brusca GJ (2003). *Invertebrates*. Sinauer Associates, Inc, Sunderland, 922 pp.
- Campbell NA, Reece JB (2007). *Biology*. The Benjamin Cummings Publishing, Menlo Park (CA), 1393 pp.
- Canavarro JM (1999). *Ciência e Sociedade*. Quarteto Editora, Coimbra, 228 pp.
- Coyne DL, Nicol, JM, Claudius-Cole B (2007). *Nematologia prática: Um guia de campo e de laboratório*. SP-IPM Secretariat, International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Cotonou, Benin, 82 pp.
- Eijsackers H, Beneke P, Maboeta M, Louw JPE, Reinecke A J (2005). The implications of copper fungicide usage in vineyards for earthworm activity and resulting sustainable soil quality. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 62: 99-111.
- Gerrard J (2000). *Fundamentals of Soils*. Routledge, London, 230 pp.
- Hodson D (1996). Practical work in school science: exploring some directions for change. *International Journal of Science Education* 18(7): 755-760.
- Humphries CJ, Press JR, Sutton DA (1996). *Árvores de Portugal e Europa*. FAPAS, Porto, 320 pp.
- Hurley MM (2006). Field trips as cognitive motivators for high level science learning. *The American Biology Teacher* 68(6): 61-66.
- Khan Z, Kim YH (2007). A review on the role of predatory soil nematodes in the biological control of plant parasitic nematodes. *Applied Soil Ecology* 35: 370-379.
- Lavelle P (1997). Faunal activities and soil processes: adaptive strategies that determine ecosystem function. *Advances in Ecological Research* 27: 93-132.
- Leite L (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciencias. *In: MP Fevereiro, HV Caetano, MG Santos (org.), Cadernos Didácticos de Ciências vol 1*. Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário, Lisboa, pp 79-97.
- Lock R (1998). Fieldwork in life sciences. *International Journal of Science Education* 20 (6): 633-642.

- Manzanal RF, Barreiro LMR, Jiménez MC (1999). Relationship between ecology and student attitudes toward environmental protection. *Journal of Research in Science Teaching* 36(4): 431-453.
- Meyer E (1996). Endogeic macrofauna. In: F Schinner, E Kandeler, R Margesin, R Ohlinger (eds.), *Methods in Soil Biology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, pp. 347-353.
- Molles Jr MC (1999). *Ecology-Concepts and Applications*. WCR/McGraw-Hill, USA, 509 pp.
- Odum EP, Barrett GW (2005). *Fundamentals of Ecology*, 5<sup>th</sup> ed.. Thomson Brooks/Cole, Belmont, 624 pp.
- Olsen L, Pedersen B, Sunesen J (2001). *Small Woodland creatures*. Oxford University Press, Oxford, 208 pp.
- Osborne J, Collins S (2001). Pupils' views on the role and value of the science curriculum: a focus group study. *International Journal of Science Education* 23(5): 441-467.
- Pereira R, Lopes L, Pinho R (2006). Património Histórico e Botânico do Fontelo – Um contributo para actividades de Educação Ambiental em espaços urbanos. Câmara Municipal de Viseu, Viseu, 142 pp.
- Pinho R, Lopes L, Leão F, Morgado F (2003). *Conhecer as plantas nos seus habitats*. Plátano Edições Técnicas, Lisboa, 228 pp.
- Pontégnie M, du Bus de Warnaffe G, Lebrun P (2005). Impacts of silvicultural practices on the structure of hemi-edaphic macrofauna community. *Pedobiologia* 49: 199-210.
- Quigley M, Madge D (1988). *Blackwell Habitat Field Guides – Land Invertebrates*. Basil Blackwell, Lda, Oxford, 78 pp.
- Römbke J, Jänscha S, Didden W (2005). The use of earthworms in ecological soil classification and assessment concepts. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 62(2): 249-265.
- Ruppert EE, Fox RS, Barnes RD (2004). *Invertebrate Zoology – a functional evolutionary approach*. Saunders College Publishing, Forth Worth, 963 pp.
- Sousa A, Antunes SC, Gonçalves F, Pereira R (2009). Ensaio de evitamento com minhocas na avaliação de solos poluídos: uma actividade centrada na resolução de problemas para alunos do Ensino Básico. *CAPTAR* 1(2): 166-182.
- Tal RT (2004). Using a field trip to a wetland as a guide for conceptual understanding in environmental education – a case study of a pre-study teacher's research. *Chemistry education: research and practice* 5(2): 127-142.
- Tessier J (2003). Applying plant identification skills: to actively learn the scientific method. *The American Biology Teacher* 65(1): 25-29.
- Veríssimo A, Ribeiro R (2001a). Educação em ciências e cidadania: porquê, onde e como. In: A Almeida, A Mateus, A Veríssimo, J Serra, JM Alves, L Dourado, MA Pedrosa, M Freitas, R Ribeiro (eds.), *Ensino Experimental das Ciências - (Re)pensar o Ensino das Ciências*. Ministério da Educação, Departamento Ensino Secundário, Lisboa, pp. 155-163.
- Veríssimo A, Ribeiro R (2001b). A Biologia no contexto da educação em ciências. In: A Almeida, A Mateus, A Veríssimo, J Serra, JM Alves, L Dourado, MA Pedrosa, M Freitas, R Ribeiro (eds.), *Ensino Experimental das Ciências - (Re)pensar o Ensino das Ciências*. Ministério da Educação, Departamento Ensino Secundário, Lisboa, pp. 129-137.
- Villani MG, Allee LL, Díaz A, Robbins PS (1999). Adaptive strategies of edaphic arthropods. *Annual Review of Entomology* 44: 233-256.
- Yore LB, Boyer S (1997). College students' attitudes towards living organisms: the influence of experience and knowledge. *The American Biology Teacher* 59(9): 558-563.

