

# Proposta de atividade de campo para o ensino de biodiversidade usando formigas como modelo

Rogério Soares Cordeiro<sup>1</sup>, Moacir Wu<sup>2</sup> e Maria Santina de Castro Morini<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Núcleo de Ciências Ambientais, Laboratório de Mirmecologia, Universidade de Mogi das Cruzes, Av. Dr. Cândido Xavier de Almeida Souza, 200, 08780-911, Mogi das Cruzes, São Paulo, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Ciências Biológicas, Universidade de Mogi das Cruzes, Mogi das Cruzes, São Paulo, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: morini@umc.br

**RESUMO.** As atividades de campo continuam sendo um caminho árduo para o professor, entretanto, elas representam um dos principais passos para o estudo da biodiversidade. Nosso país é considerado megadiverso, mas ensinar sobre esse tema é complexo. Assim, o objetivo desse trabalho foi delinear um protocolo de atividades de campo para que o professor possa aplicar durante suas aulas sobre diversidade biológica. As formigas foram escolhidas como modelo de estudo, pois são ricas e abundantes na grande maioria dos ecossistemas tropicais. Foram usadas iscas de sardinha em óleo comestível para a coleta desses insetos; e para a obtenção de um volume de material biológico suficiente para embasar as discussões pertinentes sobre o assunto proposto serão necessárias três expedições de coleta, com 15 iscas cada uma.

**Palavras-chave:** diversidade, formigas, ensino médio, ecologia, competição.

**ABSTRACT.** A field work proposal for teaching biodiversity using ants as a model. The field works is still a hard way for the teacher; however, they represent a major step for the study of biodiversity. Our country is considered mega-diverse but teaching this subject is complex. The objective of this study was to outline a protocol for field works so that the teachers can implement it during their lectures about biodiversity. The ants were chosen as study model since they are rich and abundant in most tropical ecosystems. Sardine baits were used in edible oil to collect these insects; and in order to obtain enough volume of biological material to base the discussions concerning the proposed issue three collection expeditions will be required, using 15 baits each.

**Key words:** diversity, ants, high school, ecology, competition.

## Introdução

As atividades práticas em Biologia, realizadas em laboratório, oferecem oportunidades para os alunos entrarem em contato com diversos tipos de materiais biológicos tais como organismos, moléculas, estruturas celulares, tecidos, como também observar, analisar, testar, simular ou descrever processos biológicos como fermentação, fotossíntese, mitose, entre outros. Atividades de campo, por sua vez, permitem observações, coleta de dados, análises, descrições, comparações, prospecções, predições, experimentações e inferências diversas em tempo e situações reais. As experiências concretas em laboratório e/ou campo auxiliam os alunos a confrontar suas concepções sobre a natureza da vida e oferecem oportunidades para obter e analisar dados, construir modelos, fazer analogias e diversificar suas vivências perceptuais. Essas vivências oferecem apoio para a construção de significados e entendimentos sobre fenômenos e fatos em Biologia, numa abordagem qualitativa e

construtiva, em que o processo de aprendizagem é mais valorizado do que o resultado (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

As atividades devem ser concebidas num contexto de aprendizagem nos quais as práticas devem ocorrer com a utilização de equipamentos, técnicas e procedimentos adequados, apropriados, seguros seguindo as recomendações e orientações éticas e de biossegurança (JONES; EICHINGER, 1998), sem, contudo, restringir às aprendizagens de habilidades voltadas exclusivamente para o *fazer* e sim para o “desenvolvimento de destrezas cognitivas de alto nível intelectual e não destrezas manuais ou técnicas instrumentais” (GALIAZZI et al., 2001).

Pressupostos construtivistas também indicam necessidade de prover os alunos com oportunidades que possam gerar ganhos de aprendizagem a partir de vivências e experiências (LIN, 1998). No processo de aprendizagem, os conhecimentos são internalizados, retidos, reorganizados e recuperados sob demanda. A aprendizagem ocorre de modo

consistente quando a experiência se dá numa situação real, cujas tarefas ou atividades tornam-se relevantes para quem aprende (MARSH II, 2008). Nesse processo, portanto, há a construção ativa do conhecimento pelo aluno em interação direta com o objeto da aprendizagem e não-interiorizada passivamente pelos sentidos (VALADARES, 2006).

Nas atividades em ambientes naturais de campo, como explicam Seniciato e Cavassan (2008), há possibilidades de integrar fatores cognitivos e afetivos. Os fatores cognitivos referem-se aqueles ligados aos conteúdos científicos, metodológicos, explicativos dos fenômenos enquanto que os afetivos se referem aos fatores motivacionais sobre conservação, preservação e manutenção da qualidade de vida. Outro aspecto relevante é os ambientes familiares, próximos e conhecidos dos alunos que mantém maior potencial de aprendizagem e de significações do que aqueles distantes. Para Delizoicov et al. (2002), estes espaços valorizam os conhecimentos prévios dos alunos e sua cultura prevalente, anterior à aprendizagem escolar, como consequência do fato de que ele é um sujeito ativo também fora da escola. As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (OCNEM) (MEC, 2006) fazem referência aos *conhecimentos e vivências prévias* dos alunos, *como ponto de partida* para uma efetiva *compreensão dos processos e fenômenos biológicos*, e ao contexto no qual o aluno está inserido.

As propostas de ensino estabelecidas pelo MEC e pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo definem metas voltadas para o desenvolvimento do ensino das Ciências suas aplicações e usos de novas tecnologias, unificando e integrando conceitos, dentro do contexto relevante para os alunos, num processo de ensino que permita a vivência prática dos conhecimentos com objetivos de permitir a interpretação da realidade. Dessa maneira, o ensino da Zoologia e da Botânica, por exemplo, deve ocorrer de maneira integrada às ciências ambientais e, ressaltado o ensino sobre a biodiversidade. A implementação dessas propostas corre o risco de se tornar errática, imprevisível e incongruente com aquelas metas e também com as fundamentações sobre o ensino efetivo e significativo, pela diversidade de contextos e ambientes para os quais *não existem protocolos* definidos e há necessidade de *reorganização das informações* (MEC, 2006).

No ensino sobre biodiversidade e na educação ambiental, como propõe Brandão e Oliveira (2002), há a necessidade de ações práticas que possibilitem o desenvolvimento de um processo que integre conhecimentos científicos com saberes sobre a

estrutura, composição biológica, usos, proteção, regeneração de ambientes associados às questões de ordens culturais e sociais. Atividades práticas nesses ambientes, segundo Seniciato e Cavassan (2008), constituem experiências físicas oriundas de intervenções de ações que nas quais os alunos adquirem conhecimentos sobre os objetivos agindo sobre eles. Essa ação permite que os alunos dissociem os elementos que compõem objetos de estudos tais como forma, composição, comportamentos, semelhanças e analisem isoladamente os efeitos e as inter-relações entre esses elementos. No ensino tradicional de ecologia, são privilegiadas as relações ecológicas em “detrimento do conhecimento sobre os seres [...] ignorando ou ainda desconhecendo a indissociabilidade das diferentes formas de conhecimentos para a construção dos conceitos científicos” (SENICIATO; CAVASSAN, 2008, p. 132).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio, em relação ao estudo da biodiversidade, destacam o seguinte: “Vivendo num país com uma das maiores biodiversidades do planeta, é imprescindível que os cidadãos tenham conhecimento dessa diversidade biológica e compreendam sua responsabilidade sobre esse contexto” (BRASIL, 2002).

Assim, para que o aluno possa entender, por intermédio de uma atividade prática, o significado da biodiversidade, as formigas foram escolhidas como objeto de estudo. Razões para essa escolha: (1) são insetos ricos e abundantes em qualquer ambiente, principalmente na serapilheira das florestas tropicais e (2) normalmente as pessoas sabem muito pouco sobre o papel ecológico dos táxons de Formicidae. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um protocolo de campo baseado em dados experimentais, para que o professor de Ensino Médio possa aplicá-lo nas aulas práticas sobre biodiversidade.

## Metodologia

O estudo foi realizado em duas áreas de mata ciliar: Área I - pertencente ao Parque Ecológico Municipal de Itaquaquecetuba (Itaquaquecetuba, Estado de São Paulo), que é antropizado; e a Área II: situada dentro dos limites do Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello (Mogi das Cruzes, Estado de São Paulo), cuja área é proibida para visitação pública. Os dois parques escolhidos se situam na bacia hidrográfica do Alto Tietê, que é uma região de grande importância ecológica, pela quantidade de remanescentes de Mata Atlântica que ainda possui.

As formigas foram amostradas usando iscas de sardinha conservada em óleo vegetal comestível, pois esse tipo de material atrativo é o mais eficiente na coleta desses insetos. A sardinha foi amassada, juntamente com o óleo, e pequenas porções foram colocadas em guardanapos de papel de 10 x 10 cm (BESTELMEYER et al., 2000). Foram distribuídas 50 iscas, a cada 20 m, ao longo da mata ciliar de ambas as localidades escolhidas para estudo, no período da manhã.

As iscas permaneceram no campo por 45 min.; em seguida, foram recolhidas juntamente com todo o material vegetal que estava em contato com elas, e colocadas em saquinhos de plástico. Foram realizadas 16 coletas, sendo oito em cada área. As coletas foram realizadas uma vez por semana, durante oito semanas consecutivas. As formigas coletadas foram separadas dos demais insetos e, em seguida, classificadas em subfamílias usando Bolton (2003) e identificadas em gêneros pela chave de Bolton (1994) e Lapolla et al. (2010).

**Análise de dados**

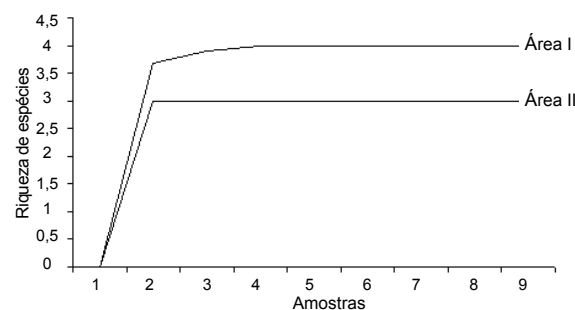
Os dados foram analisados descritivamente por meio de gráficos, tabelas e frequência relativa de ocorrência e de abundância. A riqueza foi considerada como sendo o número de subfamílias e de gêneros e a abundância o número de espécimes em cada subfamília ou em cada gênero. A frequência de ocorrência foi calculada baseando-se em dados de presença e ausência, para que nenhum táxon fosse super ou subestimado, pelo tamanho da colônia, comportamento de recrutamento das operárias e influência de colônias próximas às iscas.

As curvas de acumulação das subfamílias e dos gêneros foram calculadas pelo *software* EstimateS 7.0 (COLWELL, 2007).

**Resultados**

Com o método adotado foi possível a coleta de cinco subfamílias no Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello e quatro no Parque Municipal de Itaquaquecetuba (Tabelas 1 e 2).

A coleta de Dolichoderinae, Formicinae, Myrmicinae e Ponerinae é possível de ser efetuada apenas com três expedições ao campo, pois o número de subfamílias observado na curva de acumulação atingiu a assíntota nessa fase (Figura 1). Assim, no protocolo visando orientar o professor no uso de novas abordagens e metodologias para o ensino da biodiversidade, constarão apenas três expedições ao campo. A subfamília Pseudomyrmecinae foi excluída das análises, pois somente um exemplar foi coletado em uma das áreas (Tabela 1).



**Figura 1.** Curvas de acumulação para subfamílias de Formicidae, em relação ao número de coletas (amostras).

No total foram coletados 15 gêneros, sendo dez na Área I e 13 na Área II (Tabela 3). Na Área I apenas *Dorymyrmex* e *Pseudomyrmex* foram exclusivos; já na área II tem-se: *Gnamptogenys*, *Hypoponera*, *Myrmelachista* e *Odontomachus*. Neste caso, todos pertencem à subfamília Ponerinae, exceto *Myrmelachista*.

**Tabela 1.** Número total de formigas de acordo com as subfamílias de Formicidae e expedições efetuadas no Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello.

Subfamílias	Riqueza de Gêneros	Número de Expedições							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Dolichoderinae	2	2.649	254	447	807	1.362	209	624	301
Formicinae	3	98	236	651	395	351	34	168	59
Myrmicinae	4	1.799	771	2.388	2.231	1.880	853	418	941
Ponerinae	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pseudomyrmecinae	1	1	-	-	-	-	-	-	-
Riqueza total de gêneros	10								
Abundância total	19.927	4.547	1.261	3.486	3.433	3.593	1.096	1.210	1.301

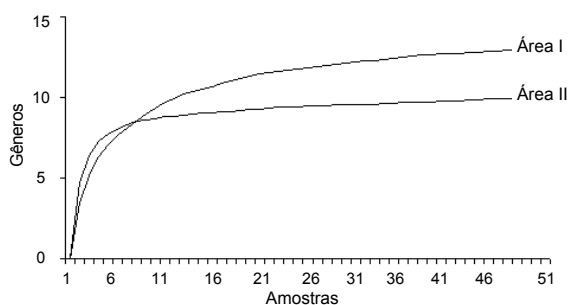
**Tabela 2.** Número total de formigas de acordo com as subfamílias de Formicidae e expedições efetuadas no Parque Municipal de Itaquaquecetuba.

Subfamílias	Riqueza de Gêneros	Número de Expedições							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Dolichoderinae	1	-	62	254	32	2	11	-	-
Formicinae	4	2	5	13	8	2	5	2	1
Myrmicinae	4	799	491	653	272	161	160	163	115
Ponerinae	4	78	29	45	51	15	7	11	10
Riqueza total de gêneros	13								
Abundância total	3.457	877	587	965	363	180	183	176	126

Os gêneros que ocorreram em um maior número de iscas colocadas na área I, em ordem decrescente, foram: *Camponotus*, *Linepithema*, *Pheidole*, *Nylanderia*, *Wasmannia*, *Solenopsis* e *Dorymyrmex*. Já para a área II, foram: *Pheidole*, *Solenopsis*, *Gnamptogenys*, *Linepithema*, *Wasmannia* e *Pachycondyla* (Tabela 3). O número total de iscas que deverá ser colocado em cada área, para a amostragem da maioria dos gêneros, variou de dez a 15 (Figura 2).

**Tabela 3.** Número total de gêneros, frequência de ocorrência (FO%) e de abundância (FA%), de acordo com as duas áreas estudadas.

Gêneros	Área I		Área II	
	FO%	FA%	FO%	FA%
<i>Brachymyrmex</i>	4,081	0,700	2,873	0,321
<i>Camponotus</i>	18,367	1,501	0,575	0,612
<i>Crematogaster</i>	2,040	0,745	2,299	0,525
<i>Dorymyrmex</i>	6,122	0,220	-	-
<i>Gnamptogenys</i>	-	-	16,091	5,743
<i>Hypoponera</i>	-	-	1,149	0,029
<i>Linepithema</i>	17,959	33,265	8,046	9,796
<i>Myrmelachista</i>	-	-	1,149	0,029
<i>Odontomachus</i>	-	-	1,724	0,204
<i>Pachycondyla</i>	-	-	6,896	0,466
<i>Nylanderia</i>	13,469	8,594	4,023	0,379
<i>Pheidole</i>	15,918	21,125	26,436	61,108
<i>Pseudomyrmex</i>	0,408	0,005	-	-
<i>Solenopsis</i>	10,204	10,990	20,689	13,499
<i>Wasmannia</i>	11,428	22,855	8,046	7,289



**Figura 2.** Curva de acumulação para os gêneros de Formicidae no Parque Ecológico de Itaquaquecetuba (Área I) e Parque Natural Municipal Francisco Affonso de Mello (Área II).

Assim, o protocolo a ser trabalhado com os alunos deverá abranger 15 amostras (iscas), para que todos os gêneros sejam contemplados. Fazendo parte das atividades de campo que envolvem as iscas, o professor

poderá orientar os alunos na observação do comportamento de competição entre as diferentes espécies de formigas.

Como subsídio para a discussão que deverá compor o protocolo de trabalho do professor, a Tabela 4 relaciona os gêneros amostrados aos seus hábitos alimentares e micro-habitat.

## Discussão

O termo Biodiversidade foi construído em meados da década de 1980, com a junção das palavras “diversidade biológica” e seu emprego ocorreu de maneira crescente a partir da publicação da *Biodiversity* de Wilson (1988). O intuito do termo é o de fazer referência ao conjunto de variedades de organismos, embora as ideias sobre a diversidade, a abundância e as diferentes formas de vida na Terra não sejam atuais tendo sido referidas por Aristóteles desde a Grécia Antiga (FAITH, 2007).

A amplitude e o dinamismo que tem sido atribuídos e associados à biodiversidade também, inevitavelmente, têm conduzido a uma definição vaga e extremamente vasta na qual se torna difícil excluir qualquer significado. Realmente não existe uma concordância ou consenso sobre o que exatamente significa biodiversidade. Atualmente, o termo biodiversidade é amplamente utilizado, empregado e modelado por cientistas, políticos, economistas, professores, ambientalistas, entre outros, para atender a valores, interesses, modismos e aos mais diversos objetivos. Marandino e Monaco (2007) discutem questões relacionadas ao emprego do termo biodiversidade nas quais evidenciam a presença de elementos de origem “biológica” e elementos “socioeconômicos e culturais”. Qualquer que seja a fonte e o emprego, o termo biodiversidade é aceito e remete, na maioria das vezes, a reflexões, a questionamentos e a preocupações com a conservação e o meio ambiente nos mais diversos campos do conhecimento humano.

**Tabela 4.** Hábito alimentar e micro-habitat dos gêneros coletados de acordo com as áreas de estudo.

Gênero	Hábito alimentar	Micro-habitat*	Área I	Área II
<i>Brachymyrmex</i>	Generalistas	Nidificam em sementes, árvores e frutos caídos	X	X
<i>Camponotus</i>	Generalistas	Nidificam no solo, em árvores e madeira morta	X	X
<i>Crematogaster</i>	Generalistas	Arborícolas, nidificam em buracos de árvores e troncos caídos	X	X
<i>Dorymyrmex</i>	Generalistas	Desconhecido	X	
<i>Gnamptogenys</i>	Especialista/Predadora	Nidificam no solo e em troncos podres		X
<i>Hypoponera</i>	Generalistas	Nidificam na serapilheira		X
<i>Linepithema</i>	Generalistas	Desconhecido	X	X
<i>Myrmelachista</i>	desconhecido	Maioria nidifica nas cavidades das plantas		X
<i>Odontomachus</i>	Especialista/Predadoras	Epigeicas		X
<i>Pachycondyla</i>	Especialista/Predadoras	Desconhecido		X
<i>Nylanderia</i>	Generalistas	Desconhecido	X	X
<i>Pheidole</i>	Generalistas e algumas coletam sementes	Maioria nidifica no solo, e alguns em madeira podre	X	X
<i>Pseudomyrmex</i>	Predadoras generalistas	Maioria arborícola	X	
<i>Solenopsis</i>	Generalistas	Nidificam no solo e na serapilheira	X	X
<i>Wasmannia</i>	Generalistas	Arborícolas e nidificam no solo ou em troncos caídos	X	X

\*Baseado em Brown Jr. (2000).

Biodiversidade, portanto, assume um caráter e um significado dinâmico e multidisciplinar, um processo no qual as variedades ou diversidades de organismos e formas de vida são criadas, mantidas e relacionam-se nos mais diversos ambientes. Incluem-se, nesse processo, as variações individuais dos organismos nas populações, a diversidade de espécies nas comunidades, assim como a extensão de suas relações ecológicas nos ecossistemas. É o resultado de processos evolutivos ao longo de milhões de anos nos quais milhares de organismos interagem dinamicamente em relações complexas, proliferam, diversificam-se, adaptam-se, distribuem-se numa infinidade de *hábitats* e nichos, sob a ação de fatores abióticos. Nesta interpretação, a biodiversidade absurdamente envolve todos os níveis de conhecimentos das Ciências Biológicas, dos genes aos ecossistemas, como indica Sarkar (2005).

A despeito das controvérsias e das possíveis demarcações conceituais a biodiversidade deve ser estudada e compreendida. Assim, a atividade prática proposta para que o professor aplique durante suas aulas sobre o tema corrobora as ideias de Oliveira et al. (2008, 2010) em relação ao processo da transposição didática, pois segundo os autores, no ensino da biodiversidade para que ocorra aquisição de conhecimentos, há necessidade de uma ação interdisciplinar contextualizada que englobe os saberes específicos e fundamentais da Biologia associado às implicações sociais, econômicas, políticas e culturais. Nesse processo, os métodos e estratégias de ensino devem incorporar possibilidades para vivenciar situações reais que permitam re-estruturar conteúdos e processá-los relacionando percepções advindas de análises desses ambientes.

Assim, de posse de um protocolo de coleta onde está especificado como devem ser os procedimentos para o desenvolvimento do trabalho de campo, como por exemplo, o material necessário, o número de iscas a serem usadas e quantas expedições de campo precisam ser programadas, o docente terá elementos concretos para direcionar sua atividade. O professor também poderá orientar o aluno a participar das atividades de preparação do material para ser levado ao campo. Essas atividades devem ser desenvolvidas em equipe, o que estimula a integração social na busca de um objetivo. Inclusive a atividade proposta poderá ser realizada na própria área da escola, já que os insetos escolhidos são diversos em todos os ambientes; assim esse tipo de ensinamento torna-se efetivo e significativo, pois envolve o cotidiano do aluno o que corrobora MEC (2006).

Durante o desenrolar da atividade no campo, o professor poderá discutir com os alunos sobre

competição, explicando a importância desse fator ecológico para a estruturação das comunidades de seres vivos. No laboratório, durante a separação do material, conceitos sobre riqueza (número de subfamílias e de gêneros) e abundância (número de indivíduos de cada subfamília ou de cada gênero) também deverão ser contemplados. Assim, o conceito de biodiversidade, que envolve riqueza e a abundância de organismos na Terra, poderá ser compreendido pelo aluno ao manipular os insetos. O aluno, neste caso, desempenhará o papel principal em todas as etapas, ou seja, preparação do material, aplicação no campo e identificação no laboratório. O professor atuará como mediador e direcionará as tarefas.

Aliado aos conhecimentos ecológicos é necessário orientar o aluno a compreender que o aprimoramento dos mecanismos biológicos ligados à formação da diversidade biológica foi lento e acompanhou a formação dos continentes e de seus biomas. As discussões também poderão incluir os mecanismos evolutivos que conduziram à diversidade biológica atual, pois o seu estudo implica necessariamente em aceitar não somente que os táxons, mas também que suas estruturas se interconectaram no passado (AMORIM, 2002). Com essa prática, o professor terá elementos para construir um elo com as necessidades emergentes do Ensino Médio no que se refere ao estudo de filogenia (SÃO PAULO, 2009).

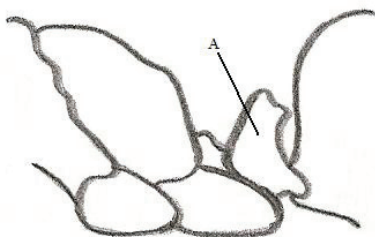
Ainda em relação às questões pertinentes à ecologia, o protocolo de coletas proposto permitirá ao professor discutir sobre as características biológicas dos táxons amostrados. A prática possibilita a amostragem de táxons generalistas, que são aqueles menos específicos em relação aos nichos, e que possuem hábitos alimentares menos exigentes, como por exemplo, *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Crematogaster*, *Dorymyrmex*, *Hypoponera*, *Linepithema*, *Nylanderia*, *Pheidole*, *Pseudomyrmex*, *Solenopsis* e *Wasmannia*. Já os especialistas apresentam nichos e hábitos alimentares mais específicos e, conseqüentemente, apresentam maior sensibilidade às influências antrópicas. Táxons com esse grau de exigência como *Gnamptogenys*, *Odontomachus* e *Pachycondyla* foram amostrados na área onde a vegetação se encontra com um menor grau de antropização. Características importantes que devem ser enfatizadas pelo professor incluem a disponibilidade e variedade de locais de nidificação e os recursos alimentares fornecidos pela alta diversidade vegetal e animal existentes, o que conseqüentemente leva a um aumento na riqueza das áreas preservadas. Em Cordeiro (2010), o professor poderá encontrar chaves de identificação específicas para todos os táxons relatados.

A elaboração das chaves foi baseada em caracteres morfológicos de fácil compreensão pelo aluno, possibilitando a diferenciação em subfamílias e gêneros. Como exemplo, tem-se a seguir a chave que poderá ser usada pelo aluno para a identificação das subfamílias. Essa chave foi baseada nos resultados da metodologia proposta para o desenvolvimento do protocolo de atividade de campo e no trabalho de Loureiro e Queiróz (1990). A organização da chave em “passos” permite que o professor acompanhe o desenvolvimento do aluno na identificação do material biológico e possa, ao mesmo tempo, localizar as dificuldades dos alunos durante a atividade.

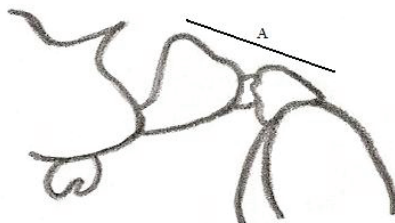
#### Chave pictórica para subfamília de formigas

##### Passo 1:

- ✓ Se o corpo apresentar um segmento (1 nó) entre o abdome e o tórax (detalhe A, na figura), vá para o **passo 2**.

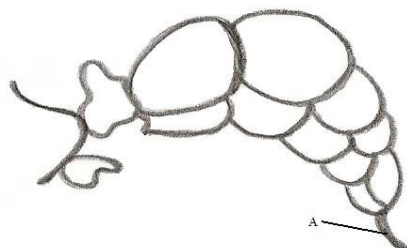


- ✓ Se o corpo apresentar dois segmentos (2 nós) entre o abdome e o tórax (detalhe A, na figura), a subfamília é **Myrmicinae**



##### Passo 2:

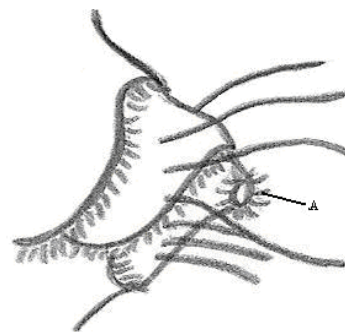
- ✓ Se apresentar o abdome com uma constrição (cintura) entre o primeiro e o segundo segmentos e ferrão sempre presente (detalhe A, na figura), a subfamília é **Ponerinae**



- ✓ Se não apresentar o abdome com uma constrição (cintura) entre o primeiro e o segundo segmentos e ferrão sempre ausente, vá para o **passo 3**.

##### Passo 3:

- ✓ Se apresentar acidóporo (pelos circulares) na porção apical do abdome (detalhe A, na figura) a subfamília é **Formicinae**



- ✓ Se não apresentar acidóporo (pelos circulares) na porção apical do abdome (detalhe A, na figura), a subfamília é **Dolichoderinae**



#### Conclusão

A proposta de atividade de campo apresentada no trabalho permitirá ao professor discutir junto com seus alunos temas importantes e relacionados à biodiversidade, tais como: competição, evolução e filogenia. A metodologia delineada é simples, de tal maneira que poderá ser aplicada nas próprias dependências da escola.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem à FAEP/UMC (Fundação de Amparo ao Ensino e Pesquisa), pelo apoio durante os trabalhos efetuados, a Fapesp por ter financiado os equipamentos e a coleção de referência do Laboratório de Mirmecologia da UMC, e ao CNPq pela bolsa de produtividade de Maria Santina de Castro Morini.

#### Referências

AMORIM, D. S. **Fundamentos de sistemática filogenética**. Ribeirão Preto: Holos, 2002.

- BESTELMEYER, B. T.; AGOSTI, D.; ALONSO, L. E.; BRANDÃO, C. R. F.; BROWN JR., W. L.; DELABIE, J. H. C.; SILVESTRE, R. Field techniques for the study of ground dwelling ants: an overview, description and evaluation. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E.; SCHULTZ, T. R. (Ed.). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, D.C.; London: Smithsonian Institution Press, 2000. p. 122-144.
- BOLTON, B. **Identification guide to the genera of the world**. Cambridge: Harvard University Press, 1994.
- BOLTON, B. Synopsis and a classification of Formicidae. **Memoirs of the American Museum Entomological Institute**, v. 71, p. 1-370, 2003.
- BRANDÃO, C. R.; OLIVEIRA, H. T. A terceira margem do rio – a experiência de traduzir textos científicos sobre biodiversidade como material de educação ambiental de vocação biodiversa. **Biota Neotropica**, v. 2, n. 2, p. 1-7, 2002.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEB, 2002.
- BROWN JR., W. L. Diversity of ants. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; TENNANT DE ALONSO, L.; SCHULTZ, T. (Ed.). **Measuring and monitoring biological diversity: standards methods for ground living ants**. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press, 2000. p. 45-79.
- COLWELL, R. K. **EstimateS**: Statistical estimation of species richness and shared species from sample. Version 8.2 User's guide and application. 2007. Disponível em: <<http://viceroy.ceb.uconn.edu/EstimateS>>. Acesso em: 12 fev. 2010.
- CORDEIRO, R. S. **O uso da mirmecofauna em mata ciliar como uma proposta para estudo prático de diversidade biológica no ensino médio**. 2010. 101f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia)-Universidade de Mogi das Cruzes, Mogi das Cruzes, 2010.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- FAITH, D. P. **Biodiversity**. Stanford Encyclopedia of Philosophy. Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/entries/biodiversity/>>. Acesso em: 19 dez. 2007.
- GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L. C.; SOUZA, M. L.; GIESTA, S.; GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.
- JONES, D. A.; EICHINGER, D. C. **Conceptual change in the undergraduate Biology Teaching Laboratory**: a “type specimen” case study. National Association for Research in Science Teaching. Annual Convention, San Diego, April 20 1998. Disponível em: <<http://www.narst.org>>. Acesso em: 20 maio 2004.
- LAPOLLA, J.; BRADY, S.; SHATTUCK, S. Phylogeny and taxonomy of the *Prenolepis* genus group of ants (Hymenoptera: Formicidae). **Systematic Entomology**, v. 35, p. 118-131, 2010.
- LIN, W.-J. The effects of restructuring Biology teaching by a constructivist teaching approach: an action research. In: ANNUAL MEETING OF THE NATIONAL ASSOCIATION FOR RESEARCH IN SCIENCE TEACHING, 71., 1998, São Diego. **Annals...** São Diego: NARST, 1998. p. 1-19
- LOUREIRO, M. C.; QUEIROZ, M. V. B. **Insetos de Viçosa: Formicidae**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- MARANDINO, M.; MONACO, L. M. Biodiversidade nos museus: discussões sobre a (in) existência de um discurso sobre a conservação em ações educativas dos museus de ciências. In: REUNIÓN DE LA RED DE POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE, 10.; TALLER “CIENCIA, COMUNICACIÓN Y SOCIEDAD, 4., 2007, San José. **Anais...** San José, 2007.
- MARSH II, G. E. **Instructional technology (IT)**. Applied to Technological Instruction. Disponível em: <<http://www.healthnet.org.np/training/old-training/msoffice/powerpoint/WW194.htm>>. Acesso em: 20 abr. 2008.
- MEC-Ministério da Educação. **Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Orientações curriculares para o Ensino Médio. Brasília: Secretaria de Educação Básica, 2006. v. 2.
- OLIVEIRA, R. L. B. C.; WUO, M.; NUNES, L. R.; MUNHAE, C. B.; MIRANDA, V. F. O.; MORINI, M. S. C. Biodiversidade do Alto Tietê – BIODAT. Ciência, Ação Social & Sustentabilidade da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. Eixo Microbacias. **Fórum de difusão científica para inovações de pesquisas e extensão Tietê Vivo**. Disponível em: <<http://tietevivo.wordpress.com/>>; <<http://tietevivo.wordpress.com/microbacias/>>. Acesso em: 14 jun. 2008.
- OLIVEIRA, R. L. B. C.; WUO, M.; NUNES, L. R.; MIRANDA, V. F. O.; MORINI, M. S. C.; MUNHAE, C. B. Estratégia de ensino científico e integração Universidade-Escola. **Brazilian Educational Technology: Research and Learning**, v. 1, n. 1, p. 66-79, 2010.
- SÃO PAULO. Secretaria do Estado da Educação. **Proposta Curricular do Estado de São Paulo, Biologia, Ensino médio, 2009**. Disponível em: [http://www.rededosaber.sp.gov.br/portais/Portais/18/arquivos/Prop\\_BIO\\_COMP\\_red\\_md\\_20\\_03.pdf](http://www.rededosaber.sp.gov.br/portais/Portais/18/arquivos/Prop_BIO_COMP_red_md_20_03.pdf)>. Acesso em 20 jun. 2008.
- SARKAR, S. **Biodiversity and environmental philosophy: an introduction**. Cambridge Studies in Philosophy and Biology. New York: Cambridge University Press, 2005.
- SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. Afetividade, motivação e construção de conhecimento científico nas aulas desenvolvidas em ambientes naturais. **Ciência e Cognição**, v. 13, n. 3, p. 120-136, 2008.
- VALADARES, J. Fundamentação epistemológica da Teoria da Aprendizagem Significativa. In: ENCUESTRO INTERNACIONAL SOBRE

APRENDIZAGE SIGNIFICATIVO, 5., 2006. Disponível em: <[http://repositorioaberto.univ-ab.pt/bitstream/10400.2/1326/1/Madrid%202006\\_vers%C3%A3o%20final.doc.pdf](http://repositorioaberto.univ-ab.pt/bitstream/10400.2/1326/1/Madrid%202006_vers%C3%A3o%20final.doc.pdf)>. Acesso em: 20 ago. 2008.

WILSON, E. O. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988.

*Received on September 1, 2010.*

*Accepted on October 25, 2010.*

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.