

Módulos 1 e 2

Volume único

Margarete Valverde de Macêdo
Ricardo Ferreira Monteiro
Vivian Flinte
Viviane Grenha
Eduardo Gruzman
Jorge Luiz Nessimian
Hatisaburo Masuda

Insetos na Educação Básica





Fundação

CECIERJ

Consórcio **cederj**

Centro de Educação Superior a Distância do Estado do Rio de Janeiro

Insetos na Educação Básica

Volume único - Módulos 1 e 2

Margarete Valverde de Macêdo

Ricardo Ferreira Monteiro

Vivian Flinte

Viviane Grenha

Eduardo Gruzman

Jorge Luiz Nessimian

Hatisaburo Masuda



SECRETARIA DE
CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Ministério
da Educação



Apoio:



Fundação Cecierj / Consórcio Cederj

Rua Visconde de Niterói, 1364 – Mangueira – Rio de Janeiro, RJ – CEP 20943-001

Tel.: (21) 2334-1569 Fax: (21) 2568-0725

Presidente

Masako Oya Masuda

Vice-presidente

Mirian Crapez

Coordenação do Curso de Biologia

UENF - Milton Kanashiro

UFRJ - Ricardo Iglesias Rios

UERJ - Cibele Schwanke

Material Didático

ELABORAÇÃO DE CONTEÚDO

Margarete Valverde de Macêdo

Ricardo Ferreira Monteiro

Vivian Flinte

Viviane Grenha

Eduardo Gruzman

Jorge Luiz Nessimian

Hatisaburo Masuda

COORDENAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO

INSTRUCIONAL

Cristine Costa Barreto

DESENVOLVIMENTO INSTRUCIONAL

E REVISÃO

Marta Abdala

Marcelo Bastos Matos

Patrícia Alves

COORDENAÇÃO DE LINGUAGEM

Maria Angélica Alves

Departamento de Produção

EDITORA

Tereza Queiroz

COORDENAÇÃO EDITORIAL

Jane Castelani

COPIDESQUE

Cristina Freixinho

José Meyohas

REVISÃO TIPOGRÁFICA

Cristina Freixinho

Elaine Barbosa

Patrícia Paula

COORDENAÇÃO DE

PRODUÇÃO

Jorge Moura

PROGRAMAÇÃO VISUAL

Alexandre d'Oliveira

Bruno Gomes

Renata Borges

ILUSTRAÇÃO

Fabiana Mattos da Rocha

CAPA

Fabiana Mattos da Rocha

PRODUÇÃO GRÁFICA

Patrícia Seabra

Copyright © 2005, Fundação Cecierj / Consórcio Cederj

Nenhuma parte deste material poderá ser reproduzida, transmitida e gravada, por qualquer meio eletrônico, mecânico, por fotocópia e outros, sem a prévia autorização, por escrito, da Fundação.

G893i

Macêdo, Margarete Valverde de.

Insetos na educação básica. v. único / Margarete Valverde de Macêdo et al. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2009.

272p.; 19 x 26,5 cm.

ISBN: 85-7648-348-3

1. Insetos. 2. Educação. 3. Grupos de insetos. I. Monteiro, Ricardo Ferreira. II. Flinte, Vivian. III. Grenha, Viviane. IV. Gruzman, Eduardo. V. Nessimian, Jorge Luiz. VI. Masuda, Hatisaburo. VII. Título.

CDD: 595.7

Governo do Estado do Rio de Janeiro

Governador
Sérgio Cabral Filho

Secretário de Estado de Ciência e Tecnologia
Alexandre Cardoso

Universidades Consorciadas

**UENF - UNIVERSIDADE ESTADUAL DO
NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO**
Reitor: Almy Junior Cordeiro de Carvalho

**UERJ - UNIVERSIDADE DO ESTADO DO
RIO DE JANEIRO**
Reitor: Ricardo Vieiralves

UFF - UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
Reitor: Roberto de Souza Salles

**UFRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO**
Reitor: Aloísio Teixeira

**UFRRJ - UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL
DO RIO DE JANEIRO**
Reitor: Ricardo Motta Miranda

**UNIRIO - UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO
DO RIO DE JANEIRO**
Reitora: Malvina Tania Tuttman

SUMÁRIO

Aula 1 – O contexto do uso dos insetos como instrumento de ensino na Educação Básica _____	7
<i>Margarete Valverde de Macêdo</i>	
Aula 2 – Como e quantos são os insetos _____	13
<i>Vivian Flinte</i> <i>Margarete Valverde de Macêdo</i>	
Aula 3 – Como se reproduzem, como e de que se alimentam e onde vivem os insetos _____	27
<i>Vivian Flinte</i> <i>Margarete Valverde de Macêdo</i>	
Aula 4 – Os principais grupos de insetos _____	49
<i>Vivian Flinte</i> <i>Margarete Valverde de Macêdo</i>	
Aula 5 – Interação de insetos com outros organismos: o que eles nos ensinam? _____	77
<i>Viviane Grenha</i> <i>Margarete Valverde de Macêdo</i>	
Aula 6 – Defesa e ataque em insetos: aprendendo mais com os insetos _____	99
<i>Viviane Grenha</i> <i>Margarete Valverde de Macêdo</i>	
Aula 7 – Atividade prática – jogo <i>Interação</i> _____	125
<i>Viviane Grenha</i> <i>Margarete Valverde de Macêdo</i>	
Aula 8 – Trazendo e mantendo os insetos na escola _____	131
<i>Viviane Grenha</i> <i>Margarete Valverde de Macêdo</i>	
Aula 9 – Atividade prática: vamos experimentar criar um inseto em casa? _____	153
<i>Viviane Grenha</i> <i>Margarete Valverde de Macêdo</i>	
Aula 10 – As imagens dos insetos: mitos e preconceitos _____	161
<i>Eduardo Gruzman</i>	

Aula 11 – A importância dos insetos como modelo de estudo _____	177
<i>Hatisaburo Masuda</i>	
Aula 12 – Insetos e o homem _____	197
<i>Ricardo Ferreira Monteiro</i>	
Aula 13 – Insetos aquáticos _____	213
<i>Jorge Luiz Nessimian</i>	
Referências _____	265

O contexto do uso dos insetos como instrumento de ensino na Educação Básica

AULA

1

Meta da aula

Apresentar os objetivos, a metodologia e o contexto teórico-prático da disciplina Insetos na Educação Básica.

objetivos

Ao longo desta aula, apresentaremos o contexto no qual vamos estudar os insetos e, ao final dela, você deve:

- Compreender as vantagens de utilizar insetos para trabalhar conteúdos relacionados a Ciências e Biologia.
- Perceber que várias competências devem ser desenvolvidas para a plena e adequada utilização dos insetos como ferramenta pedagógica.

INTRODUÇÃO

PHILIPPE PERRENOUD

Sociólogo suíço, nascido em 1944, é uma importante referência na área de formação de professores. Suas idéias sobre profissionalização de professores e avaliação de alunos são consideradas não só na área da pesquisa em Educação, mas também em políticas educacionais, estando na base, inclusive, dos novos Parâmetros Curriculares Nacionais, por exemplo.

Apesar de a sala de aula, pano de fundo para a construção do conhecimento de maneira formal em nossa atual sociedade, não ter se modificado significativamente ao longo do tempo, você deve reconhecer, pelo que tem estudado nas disciplinas pedagógicas, que muito temos evoluído em teorias e práticas educacionais. Devemos, então, refletir, à luz dessa evolução, como modificar a rotina de uma estrutura de sala de aula marcada pelo processo passivo de transmissão-recepção do conhecimento.

Acreditando que os alunos vão à escola para construir competências fundamentadas em conhecimentos, devemos discutir como construir tais competências na escola. É importante, neste momento, definirmos competência, para trabalharmos com um objetivo comum. Segundo **PERRENOUD** (1999), competência é “uma capacidade de agir eficazmente em um determinado tipo de situação, apoiado em conhecimentos, mas sem limitar-se a eles”. Assim, além do conhecimento propriamente dito, devemos apresentar aos alunos oportunidades para o treinamento de faculdades que lhes permitam mobilizar determinados conhecimentos para, então, enfrentarem de maneira bem-sucedida situações de sua vida.

Passamos, neste ponto, a um desafio: Quando e como criar tais oportunidades? O quando não é o mais difícil de ser respondido. Você acha que na educação formal essas oportunidades devem ser apresentadas desde os primeiros anos do Ensino Fundamental, desde a segunda fase do Ensino Fundamental, a partir do Ensino Médio ou durante o Ensino Superior?

Vamos pensar juntos: se construir competências é uma excelente maneira de educar – que é o nosso objetivo –, então, por que não “começar pelo começo”?

Nos primeiros anos do Ensino Fundamental, a superficialidade dos conteúdos limita, de certa forma, a exploração das situações para o desenvolvimento de competências. Contudo, temos, nessa fase, uma oportunidade ímpar de mobilizar os conhecimentos das várias áreas/disciplinas de maneira mais eficiente, já que nosso modelo educacional pressupõe, na maioria das escolas, um ou poucos professores para todas as matérias. Esse(s) professor(es) não depende(m) de questões práticas, operacionais, da utilização do conteúdo de uma matéria para reforçar, acrescentar, associar, integrar os diversos conhecimentos e, com isso, treinar as faculdades necessárias para o desenvolvimento de um indivíduo competente na escola e na vida. Assim, a resposta à questão anterior só pode ser: desde o início do Ensino Fundamental!

Na segunda fase do Ensino Fundamental, 5ª a 8ª série, e no Ensino Médio, a diversidade de professores, seu nível de especialização e a maior quantidade e cobrança de conteúdo que dominam nosso ensino certamente dificultam o processo de construção de competências de uma maneira mais completa. Entretanto, um planejamento cuidadoso e realizado de forma integrada, com atuação dos professores das diversas áreas, pode minimizar as dificuldades para o desenvolvimento de competências.

E você deve estar pensando: “É, mas aumentam as dificuldades práticas: planejar junto com os colegas neste corre-corre em que vivemos, indo de uma escola para outra...”

Eu, infelizmente, tenho de concordar com você. Mas você também deve concordar comigo que nós, como bons professores, estamos todo dia aprendendo, todo dia inventando, a toda hora criando...

Entramos aqui, então, na discussão de como oferecer aos alunos oportunidades para seu desenvolvimento. Além dessas recomendações gerais, devemos efetivamente trabalhar dentro de nossas disciplinas, buscando ao máximo oportunizar aos alunos situações que os levem a desenvolver faculdades que lhes permitam a mobilização dos conhecimentos.

E como fazemos isso em Ciências? Aqui temos, com certeza, uma das melhores, senão a melhor oportunidade para concretizar esse projeto. A adoção da pesquisa como pedagogia, como método didático, deveria ser uma tônica no ensino de Ciências. Essa proposta baseia-se principalmente no desenvolvimento do espírito científico nos professores e alunos. Esse espírito permite criar, descobrir, deduzir, experimentar, provar. Para que esse processo seja concretizado, importantes faculdades devem ser trabalhadas – tais como a observação, o planejamento, a organização, a associação e a integração –, faculdades essas que tornam possível a mobilização de conhecimentos para a solução de problemas. Em outras palavras, faculdades que ajudam a construir competências.

Como fazer isso sem perder de vista que o aprender deve trazer alegria, prazer, de modo que o aluno fique seduzido, fascinado pelo aprender?

Voltamos, nesse ponto, ao início de nossa discussão: Como realizar este trabalho em nossas “antigas” salas de aula?

Não há técnicas prontas, do tipo “receita”, para realizar esse trabalho de maneira adequada a qualquer turma, em qualquer lugar. Vamos discutir sugestões pedagógicas que podem e devem ser repensadas e adaptadas para o trabalho em cada série, em cada turma, em cada lugar.

Iremos, nesta disciplina, procurar pensar e exercitar como, dentro do contexto apresentado até aqui, utilizar os insetos como ferramenta de ensino na Educação Básica, ou seja, no Ensino Fundamental e no Ensino Médio. No contexto de construção de competências, poderíamos representar nossa disciplina como na figura abaixo:

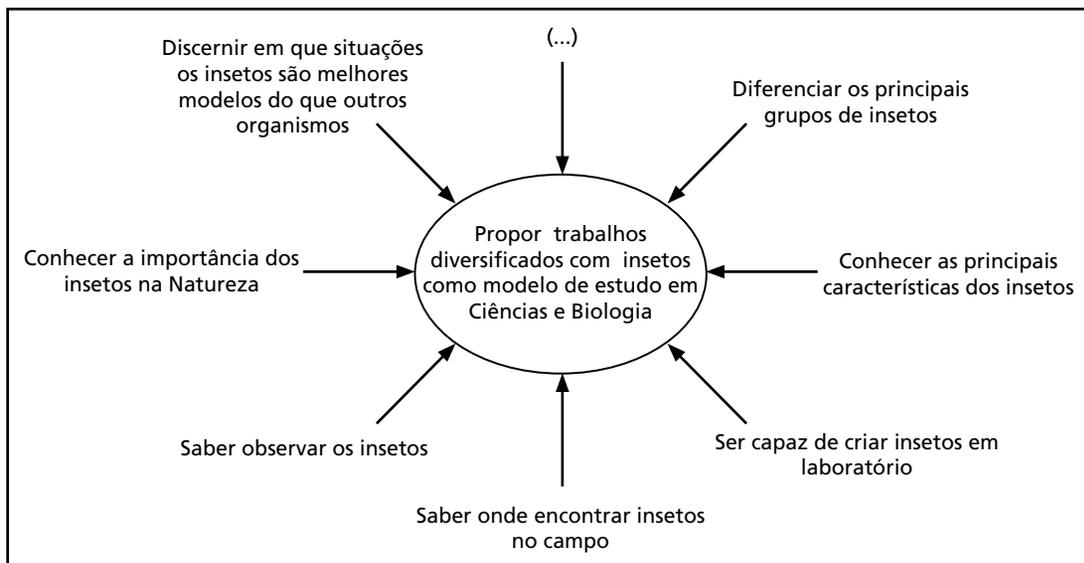


Figura 1.1: Representação esquemática da disciplina com a competência geral a ser desenvolvida e as competências relacionadas.

POR QUE INSETOS?

Certamente, esta é uma pergunta que você deve estar se fazendo... Afinal de contas, os mamíferos são mais bonitinhos, mais “fofinhos”, e as crianças normalmente os adoram! Contudo, os insetos são extremamente abundantes e diversificados, podem ser encontrados em qualquer lugar e em quase todas as épocas do ano em nossa região. Devido à sua “onipresença”, os insetos participam de todos os processos ecológicos, sendo, portanto, essencial que o homem os conheça para melhor compreender a Natureza em seu equilíbrio e desequilíbrio, que tanto afetam o próprio homem.

Em termos práticos, podemos argumentar que muitos processos que ocorrem em qualquer ser vivo, tais como crescimento e reprodução, podem ser observados num primeiro momento nos insetos, com a vantagem de que seu estudo impõe menos restrições do que o estudo de vertebrados, por exemplo. Além disso, seu ciclo de vida curto, a facilidade em criá-los e em obtê-los, além das grandes mudanças pelas quais passam ao longo da vida, fazem desses animais excelentes modelos para utilização em demonstrações e experimentações com objetivos didáticos.

A importância da utilização, ao máximo possível, de modelos vivos e mais próximos da realidade reside na necessidade de oferecer oportunidades concretas para o desenvolvimento de assuntos, normalmente muito abstratos, e que não poderiam ser acompanhados sem o desenvolvimento integral do pensamento formal dos alunos na Educação Básica.

Você não deve esquecer, entretanto, que os insetos e quaisquer organismos, mesmo sendo usados como modelos, continuam sendo seres vivos e, como tais, alguns cuidados devem ser tomados. Mais ainda, você deve aproveitar a oportunidade de trabalho com eles, para que alguns valores e atitudes sejam desenvolvidos. Dentre estes, podemos destacar o respeito à vida e à Natureza, a partir da compreensão de que todo ser vivo faz parte de uma teia de relações que mantém o equilíbrio da Natureza e que a quebra de um elo dessa teia pode ter efeito em cascata, com conseqüências desastrosas também para o homem.

É importante também que você tenha em mente que outros organismos podem e devem ser usados no estudo de Ciências. A partir da discussão do uso dos insetos como ferramenta pedagógica, você certamente terá idéias de como e quais outros organismos podem ser usados, até mais apropriadamente, dependendo da situação.

Respondida a pergunta “por que insetos?”, procuraremos desenvolver na próximas aulas algumas competências para que nosso objetivo maior — o de que você efetivamente passe a utilizar os insetos como ferramenta de ensino — seja atingido. Em vários momentos será necessário relembrar e desenvolver um pouco do conteúdo sobre os insetos, que você já viu na disciplina Diversidade Biológica dos Protostomados. Procuramos, ao longo de todas as aulas, propor atividades de maneira a apresentar o maior número de opções e informações, para que você seja capaz de não apenas relembrar, fixar e desenvolver os conteúdos, mas também de repensá-los no contexto da Educação Básica em termos

de atividades pedagógicas. Assim, procure desenvolver seus trabalhos com dedicação e criatividade para que seu aproveitamento seja o melhor possível!

Para finalizar esta aula introdutória, sugerimos-lhe que guarde todos os trabalhos que você deverá confeccionar ao longo desta disciplina para que possamos, ao final da mesma, organizar uma exposição no pólo. Nossa exposição será intitulada “Aprendendo e Ensinando com os Insetos”. A turma deve propor um logotipo para sua exposição e elaborar um convite com este logotipo. Detalhes sobre data e horário da exposição devem ser confirmados no pólo.

Mãos à obra!

Leituras sugeridas para a disciplina

A seguir, você encontra as referências de alguns livros que podem ser úteis para consulta enquanto você cursa a disciplina ou depois, quando em sua atividade de docência.

ALMEIDA, Lúcia Massutti; RIBEIRO-COSTA, Cibele Stramare; MARINONI, Luciene. Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos. Ribeirão Preto: Holos, 1998.

BORROR, Donald J.; DELONG, Dwight M. Introdução ao estudo dos insetos. São Paulo: Edgard Blucher, 1988.

BUZZI, Zundir J.; MIYAZAKI, Rosina Djunko. Entomologia didática. Curitiba: UFPR, 1999.

GULLAN, Penny J.; CRANSTON, Peter. The insects: an outline of entomology. London: Chapman & Hall, 1996.

Como e quantos são os insetos

AULA

2

Meta da aula

Recapitular as principais características dos insetos e apresentar a enorme riqueza de espécies.

objetivos

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

- Identificar a alta riqueza de espécies de insetos e as razões do sucesso do grupo.
- Reconhecer a enorme diversidade de formas, cores, tamanhos e comportamentos dos insetos.

Pré-requisitos

Na Aula 17 e nas Aulas 21 a 24 da disciplina Diversidade Biológica dos Protostomados, você já conheceu um pouco sobre o grupo dos insetos, o que vai servir de base para você poder elaborar diversas atividades em sala de aula usando esses animais.

INTRODUÇÃO

Se quisermos usar os insetos como ferramenta na sala de aula, precisamos, obrigatoriamente, saber reconhecê-los. Antes de começarmos a estudar os insetos, vamos testar um pouco seu conhecimento sobre o grupo.



ATIVIDADE

Testando seus conhecimentos sobre insetos

1. Marque, a seguir, os animais que você sabe que são insetos. Quanto aos demais, tente lembrar a quais grupos zoológicos pertencem.

- () mosquito () barata () piolho () camarão () cigarra
() minhoca () aranha () gongolo () besouro () libélula
() joaninha () carrapato () borboleta () cobra () lesma
() escorpião () lacraia () traça () cupim () grilo

Muitas pessoas acreditam que todos os animais considerados nojentos ou nocivos são insetos; então, acabam achando que lesmas, minhocas, gongolos, centopéias, aranhas, escorpiões, carrapatos e até cobras são insetos! Na verdade, como você estudou, muitos desses animais pertencem, inclusive, a filos diferentes e distantes dos insetos. Esta atividade é interessante, pois você pode avaliar o conhecimento prévio de seus alunos em sua sala de aula. Conhecer os “pré-conceitos” de seus alunos ajudará você a direcionar suas atividades para que o aprendizado seja mais eficaz.

RECONHECENDO UM INSETO

Como você aprendeu na Aula 24 de Diversidade Biológica dos Protostomados, dentre os artrópodes, apenas os insetos possuem o corpo dividido em *cabeça*, *tórax* e *abdômen*. Essa é, então, uma das primeiras características para se reconhecer um inseto.

Na *cabeça* dos insetos encontramos um par de olhos, um par de antenas e as peças bucais, que serão diferenciadas de acordo com a alimentação de cada espécie. Existem vários tipos de antenas, que muitas vezes servem como um caráter taxonômico, diferenciando ordens entre si. As antenas são órgãos **QUIMIORRECEPTORES**, que apresentam também as funções olfativas e táteis. Os olhos prestam-se principalmente à orientação do vôo (abelhas) e à localização de presas (libélulas).

Órgão **QUIMIORRECEPTOR** é um órgão sensorial usado para detectar substâncias químicas. Nos insetos, os órgãos quimiorreceptores, dependendo da parte do corpo em que se encontram, podem ser usados para olfato, paladar e tato, sentidos importantes para que, por exemplo, o inseto encontre e/ou reconheça sua planta alimento, seu parceiro para acasalamento etc. Além das antenas, as pernas e o ovipositor também podem apresentar órgãos quimiorreceptores.

O *toráx* é o centro locomotor dos insetos; é formado por três segmentos: protórax, mesotórax e metatórax, com um par de pernas cada. As pernas, da mesma forma que as antenas, apresentam diversas modificações. Porém, no caso das pernas, seu tipo vai depender do hábito de vida do animal. Temos, por exemplo, pernas ambulatórias ou locomotoras; pernas fossoriais (para cavar); pernas saltatórias (para saltar); pernas natatórias (para nadar) e pernas raptorais (para capturar presas).

É também no tórax que são encontrados os dois pares de asas, embora alguns insetos possuam apenas um par, como as moscas e os mosquitos, e uma minoria não possua asas, como alguns insetos mais primitivos. Da mesma forma que as antenas e as pernas, também há uma grande variedade de tipos de asas: membranosas, pergamináceas, hemiélitros e élitros. Como você deve lembrar, apesar de o primeiro par de asas poder ser de diferentes tipos, o segundo sempre é membranoso, quando presente.



Muitos insetos, como moscas e abelhas, movem as asas tão rapidamente que produzem aquele zumbido característico, tão repudiado por algumas pessoas. Os insetos são os únicos artrópodes que apresentam asas.

O *abdômen* é o centro de nutrição dos insetos, desprovido de apêndices e com uma segmentação nítida. Nele, podemos encontrar segmentos transformados para a cópula e postura de ovos. Nas fêmeas de muitos insetos, podemos encontrar no abdômen o ovipositor, que são segmentos modificados para a postura de ovos. O ovipositor, como qualquer estrutura dos insetos, pode apresentar modificações. O ferrão das abelhas operárias, por exemplo, nada mais é do que um ovipositor modificado. O longo ovipositor das esperanças é usado para colocar os ovos dentro do substrato. Já o ovipositor dos gafanhotos é utilizado para cavar o solo, onde os ovos são postos.

Relembramos, aqui, algumas das principais características da morfologia externa dos insetos. Agora tente fazer as atividades a seguir para lembrar e fixar alguns aspectos sobre os insetos.

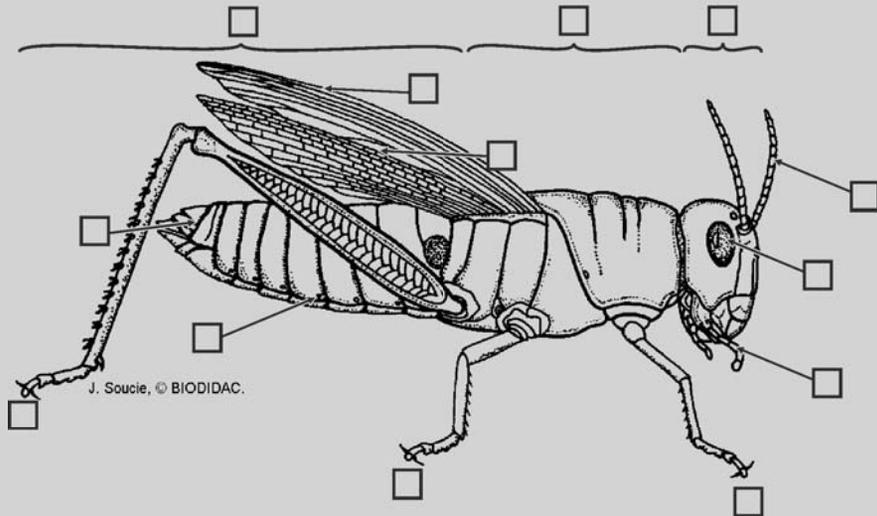
ATIVIDADE



Relacionando forma e função

2. Vamos ver o quanto você lembra sobre as partes do corpo dos insetos? Nas estruturas abaixo, coloque C nas que se encontram na cabeça, T nas que encontramos no tórax e A nas que estão no abdômen. Em seguida, complete as lacunas no esquema de acordo com a numeração na tabela. Atenção: Nem todas as estruturas estão representadas no esquema.

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| 1 () pernas saltatoriais | 9 () pernas mesotorácicas |
| 2 () falsas pernas | 10 () pernas anteriores |
| 3 () ovipositor | 11 () antenas |
| 4 () ocelos | 12 () asas posteriores |
| 5 () peças bucais | 13 () olhos compostos |
| 6 () espiráculos | 14 () halteres |
| 7 () asas anteriores | 15 () cercos |
| 8 () pernas locomotoras | |





ATIVIDADE

Diferenciando os artrópodes

3. Vamos relembrar as principais características de cada grupo de artrópode. Complete a coluna da direita de acordo com a da esquerda.

- | | |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (1) Inseto | () 10 pernas locomotoras; olhos simples e compostos; 2 pares de antenas; cefalotórax e abdômen. |
| (2) Miriápode | () 6 pernas; olhos simples e/ou compostos; 1 par de antenas; cabeça, tórax e abdômen. |
| (3) Crustáceo | () 8 pernas locomotoras; olhos simples e compostos; sem antenas; prossoma e opistossoma. |
| (4) Aracnídeo | () 24 pernas; cego; 1 par de antenas; corpo muito segmentado. |



ATIVIDADE

Relembrando a morfologia interna

4. Vamos voltar a alguns pontos importantes sobre a morfologia interna dos insetos. Relacione a primeira coluna com a segunda.

- | | |
|--------------------------|---------------------------------|
| (1) Sistema nervoso | () Tubos de Malpighi |
| (2) Sistema excretor | () Cerdas nos apêndices |
| (3) Sistema respiratório | () Hemocele |
| (4) Sistema sensorial | () Cordão ventral |
| (5) Sistema circulatório | () Anterior, médio e posterior |
| (6) Sistema digestivo | () Traquéias |

RIQUEZA DE ESPÉCIES

Se você for a um parque, a uma floresta ou ao seu próprio jardim, com exceção das plantas (que evidentemente têm uma biomassa grande) a chance de o primeiro animal que você encontrar ser um inseto é enorme. Experimente testar isso no seu próximo passeio de fim de semana!



TERRY LEE ERWIN

Nasceu em 1940, em Santa Helena, Califórnia (EUA). Na universidade, sob orientação do especialista em besouros J. Gordon Edwards, elucidou a complicada taxonomia dos besouros bombardeiros norte-americanos. Mais tarde, com seu mentor George E. Ball, na Universidade de Alberta, escreveu sua dissertação sobre a fauna mundial de besouros carabídeos, concluída em 1969. Em seguida, passou um ano na Suécia, retornando em 1971, quando se tornou membro do Departamento de Entomologia do Museu Nacional dos Estados Unidos. Mais tarde, publicou um artigo sobre a fauna de besouros da copa de uma espécie de árvore, no Panamá, que resultou na famosa estimativa de 30.000.000 de espécies de insetos existentes no planeta. Hoje, Erwin continua seus estudos sobre biodiversidade na Amazônia, fazendo, simultaneamente, estudos taxonômicos de besouros carabídeos.

Os insetos são, atualmente, o grupo animal dominante na Terra, ultrapassando em número, de longe, todos os outros animais terrestres (Figura 2.1). Várias centenas de milhares de espécies já foram descritas, e apenas em um quintal dezenas de espécies podem ser encontradas. Se pensarmos bem, a classificação que geralmente fazemos dos animais em vertebrados e invertebrados deveria, na verdade, ser substituída por insetos e não-insetos! Vamos ver o porquê.

Os insetos têm vivido na Terra há cerca de 300 milhões de anos – muito mais que o homem, com menos de um milhão – e, durante esse tempo, evoluíram nas mais diversas formas e ocuparam quase todos os habitats do planeta.

São conhecidas atualmente cerca de 950.000 espécies de insetos, mas acredita-se que este número seja uma parcela muito pequena do total de insetos existentes, cujas estimativas variam de 5.000.000 a 30.000.000. Mas por que essas estimativas variam tanto? Na verdade, elas são calculadas a partir de extrapolações feitas com o número de espécies já descritas. A estimativa mais elevada foi feita por **ERWIN**, em 1982, que trabalhou com dados de espécies de besouros na América do Sul e Central. Essa estimativa foi feita com base na observação de quantas espécies de besouros se alimentam especificamente de uma espécie de planta, e então esses dados foram extrapolados para o número de espécies de plantas em determinada região. Até agora, diferentes estudos têm mostrado resultados muito distintos, dependendo das regiões e dos métodos utilizados; por isso, as estimativas variam tanto.

Independente de qual seja a estimativa que mais se aproxima da realidade, o que sabemos, com base no que conhecemos sobre os animais hoje em dia, é que os insetos formam o grupo mais rico em espécies na Natureza: cerca de 66% dos animais são insetos! Se considerarmos os artrópodes, 75% dos animais são artrópodes e 89% dos artrópodes são insetos! Os besouros apresentam o maior número de espécies, praticamente um terço (Figura 2.1)!

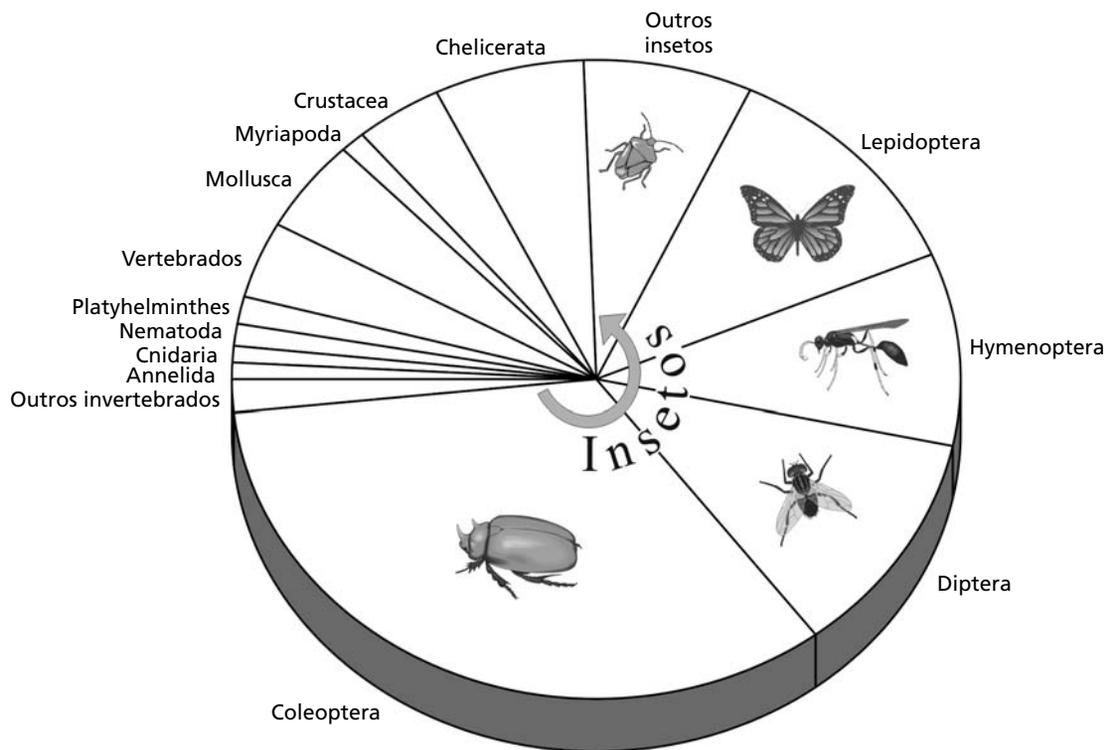


Figura 2.1: Quadro mostrando a proporção de espécies animais. Observe a enorme riqueza de artrópodes em comparação com os outros grupos. Fonte: Ruppert & Barnes (1994).

E quais seriam, então, as razões para esse enorme sucesso dos insetos? Algumas características do grupo podem ser apontadas como importantes para sua diversificação:

O *exoesqueleto* certamente é uma dessas características, pois conferiu aos insetos a possibilidade de controle de perda d'água por evaporação, a proteção aos órgãos internos e uma grande área de inserção muscular.

A evolução das *asas*, que deu aos insetos uma grande capacidade de deslocamento, facilitando, assim, a procura de alimentos, a fuga de inimigos naturais e a dispersão, que também foi decisiva na diversificação do grupo.

O *pequeno tamanho corpóreo* e o conseqüente *curto ciclo de vida* tornam o processo de evolução muito rápido no grupo, pois alterações genéticas podem fixar-se rapidamente. Além disso, o pequeno tamanho também significa pouca necessidade de alimento, o que facilita a utilização de recursos alimentares com pequena disponibilidade.

A *metamorfose completa*, comum na maior parte das espécies de insetos, permite que formas imaturas e adultas vivam em condições totalmente diferentes, alimentando-se também de recursos diferentes, o que deve diminuir a competição intra-específica, permitindo que mais indivíduos da mesma espécie coexistam em uma mesma área.

Essa enorme riqueza de espécies pode ser traduzida em uma incontável diversidade de formas, cores, tamanhos e comportamentos. Entre os insetos, há vários casos de camuflagem, de mimetismo e de cores de advertência. Você aprenderá mais sobre essa diversidade de formas na Aula 6, sobre defesa e ataque em insetos. Como se não bastasse a enorme diversidade de formas da vasta quantidade de espécies, ainda temos, muitas vezes, variações de forma e de cores dentro da própria espécie, fenômeno que chamamos de polimorfismo. Quando macho e fêmea de uma espécie são diferentes entre si, temos o dimorfismo sexual, bastante comum em mariposas e borboletas. O dimorfismo sexual também se expressa frequentemente pela diferença em tamanho do corpo: as fêmeas de insetos, salvo pouquíssimas exceções, são maiores que os machos e apresentam o abdômen mais volumoso (**Figura 2.2**). Vale ressaltar que, frequentemente, essas características são adaptações ao meio ambiente, tanto em seus fatores físicos como bióticos, estes últimos relacionados às interações dos seres vivos.



Roberto Eizemberg

Figura 2.2: Exemplo de dimorfismo sexual em besouros.

Em relação ao tamanho do corpo, os insetos apresentam também uma grande variedade (Figura 2.3). A maioria dos insetos mede de 1 a 10mm de comprimento, embora tenhamos exemplares tão pequenos que chegam a ser menores do que alguns protozoários e, no outro extremo, temos indivíduos gigantes, que são maiores do que alguns pequenos vertebrados! Duas espécies de vespas (*Megaphragma mymaripenne* e *Alaptus sp.*) competem pelo *status* de menor inseto e medem em torno de 0,18mm! Temos também insetos gigantes, competindo por dois títulos: maior envergadura e maior comprimento do corpo.

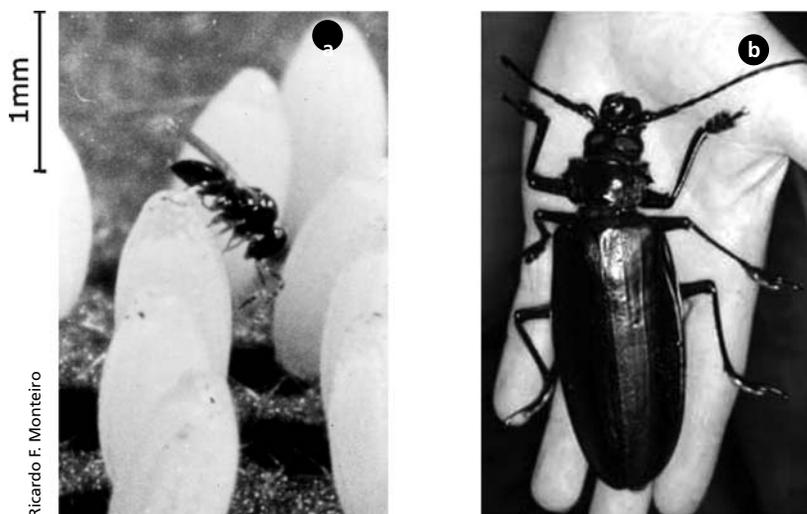


Figura 2.3: A minúscula vespa *Telenomus sp.* mede cerca de 1mm (a), em contraste com o enorme *Titanus giganteus*, com 20cm de envergadura (b).
 Fonte (b): http://www.nautilusfilm.com/index.htm?film_kaefer.htm

Em termos de envergadura de asas, temos duas libélulas extintas (*Meganeura* e *Meganeuropsis*), com 70cm de ponta a ponta! Entre as espécies vivas, temos duas mariposas: *Thysania agrippina*, do Brasil, com 28cm, e *Attacus atlas*, da Ásia, com 24cm.

No que se refere ao comprimento do corpo, temos as espécies do escaravelho africano *Goliathus*, com 24cm; o besouro cerambicídeo *Titanus giganteus*, de 20cm, endêmico da Amazônia, e o bicho-pau australiano *Acrophylla titan*, com 25cm.

Você deve ter percebido como os insetos são diversificados em termos de número de espécies, forma do corpo, cor e tamanho. Juntamente com essa enorme diversificação morfológica, podemos observar uma enorme variedade de comportamentos, que será estudada mais detalhadamente na Aula 5, que trata das interações dos insetos com outros organismos.

ATIVIDADES FINAIS

1. Pesquisa. É muito comum encontrarmos animais como aranhas, escorpiões, carrapatos e centopéias classificados erroneamente como insetos em livros, revistas, jornais e na internet. E isso é muito grave! Faça uma pesquisa nas mais diversas fontes que você encontrar e tente descobrir que animais indevidamente são colocados mais comumente no grupo dos insetos. Elabore um relato da seguinte forma: para cada animal erroneamente classificado, coloque primeiro seu nome, segundo, qual ou quais as fontes onde você o encontrou denominado como inseto (aqui você coloca o livro, a revista ou o *site* da internet em que encontrou o erro) e o porquê de ele não ser classificado cientificamente como um inseto.

Exemplo:

ANIMAL: Aranha.

FONTE: O nome do livro, da revista ou o *site* da internet.

JUSTIFICATIVA: A aranha tem o corpo dividido em duas partes, enquanto os insetos têm o corpo dividido em três partes (cabeça, tórax e abdômen); a aranha apresenta quatro pares de pernas, porém os insetos só têm três. Muitos insetos apresentam asas, mas os aracnídeos nunca...

E assim você faz para cada um dos animais classificados de forma errada como insetos. Ao final, promova uma pequena discussão sobre os resultados que você encontrou. Por que você acha que esse tipo de erro taxonômico é tão comum? O que se pode fazer para reverter esse quadro?

2. Construção de uma escultura de um inseto. Para isso você poderá usar diversos materiais como argila, massa de modelar, *biscuit*, materiais reciclados ou qualquer outro material, natural ou não. Preste atenção na divisão do corpo e nas diferentes partes que ocorrem em cada uma dessas divisões. Esse material poderá auxiliá-lo na sala de aula ao falar sobre os insetos. Seus próprios alunos poderão visualizar melhor as diferentes partes do corpo de um inseto ao elaborarem um material assim.

3. Pesquisa. Você lembra que os insetos são o grupo animal mais rico em espécies e mais abundante em nosso planeta. Pesquise em enciclopédias, livros, levantamentos de faunas e outros trabalhos do gênero, se o que é apresentado sobre os insetos, em relação à diversidade total de animais, é realmente o que corresponde à realidade.

Elabore um texto com uma pequena introdução sobre a riqueza, abundância e diversidade dos insetos; em seguida, apresente quais os grupos animais que mais apareceram na sua pesquisa. É bem provável que não tenham sido insetos e, sim, mamíferos ou aves. Por que você acha que os insetos são tão pouco representados? Você acha que as pessoas têm noção da enorme riqueza de espécies e abundância dos insetos? Por quê? Finalize seu relato discutindo esses pontos.

RESUMO

Os insetos, diferentemente dos outros artrópodes, apresentam o corpo dividido em cabeça, tórax e abdômen. Na cabeça, encontramos os olhos, as antenas e as peças bucais, que podem ser de vários tipos, dependendo de que o inseto se alimenta. No tórax, situam-se os três pares de pernas e normalmente dois pares de asas. Cada parte do corpo pode apresentar diversas modificações resultantes de adaptações ao meio ambiente, gerando uma enorme diversidade de formas. Os insetos são o grupo animal mais rico em espécies, com quase um milhão de espécies descritas, correspondendo a 66% dos animais. Os principais fatores apontados para o sucesso dos insetos são: presença de exoesqueleto, tamanho pequeno, ciclo de vida curto, capacidade de vôo e metamorfose completa.



RESPOSTAS

Atividade 1

Dentre os animais citados, são insetos: mosquito, joaninha, barata, piolho, borboleta, traça, besouro, cupim, cigarra, libélula e grilo. Você acertou todos? Se você respondeu tudo corretamente, é porque ainda lembra bem do conteúdo da disciplina Diversidade Biológica dos Protostomados. Parabéns! Se errou alguma resposta, não se preocupe! Vamos relembrar nesta aula algumas das principais características dos insetos.

Atividade 2

Você sentiu dificuldade para responder à segunda atividade? Se não, deve concordar que pernas saltatorias, pernas locomotoras, pernas anteriores, pernas mesotorácicas, asas anteriores, asas posteriores e halteres (asas reduzidas) estão todas localizadas no tórax, enquanto falsas pernas, espiráculos (aberturas das traquéias), cercos (estruturas no final do abdômen) e ovipositor estão no abdômen. Antenas, olhos compostos, ocelos (olhos simples) e peças bucais se encontram na cabeça. Se você tiver dúvida sobre alguma estrutura do esquema, consulte a Aula 21 de Diversidade Biológica dos Protostomados.

Atividade 3

Você lembra que, para ser um inseto, o artrópode tem de ter três pares de pernas e o corpo dividido em cabeça, tórax e abdômen; um crustáceo tem cinco pares de pernas locomotoras, dois pares de antenas e o corpo dividido em cefalotórax e abdômen. Para um artrópode ser chamado de arcnídeo, deve possuir quatro pares de pernas locomotoras, corpo dividido em prossoma e opistossoma e não deve ter antenas; já um miriápode terá um par de antenas, muitos segmentos no corpo, cada um destes apresentando um par de pernas. Se você respondeu a tudo corretamente, está de parabéns!

Atividade 4

O cordão ventral pertence ao sistema nervoso; os tubos de Malpighi, ao excretor; a hemocele, ao circulatório; as traquéias, ao respiratório; as cerdas nos apêndices, ao sensorial; e a divisão em anterior, médio e posterior se refere ao sistema digestivo. Caso tenha alguma dúvida, saiba que este conteúdo foi visto nas Aulas 17 e 22 de Diversidade Biológica dos Protostomados.

Sites recomendados

ALLPET Roaches: Blattodea. Disponível em: <<http://www.angelfire.com/oh2/Roaches/>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

BUGBIOS: entomological database of very cool bugs. Disponível em: <<http://www.insects.org/entophiles/index.html>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

COLEOPTERA. Disponível em: <<http://vidal.med.puc.cl/coleoptera.html>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

CONVERSANDO sobre insetos. Disponível em: <http://www.museu-goeldi.br/biodiversidade/e_car_ins.asp>. Acesso em: 25 ago. 2004.

DISCORVER Life. Disponível em: <<http://www.discoverlife.org/>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

INTERAÇÃO inseto planta. Disponível em: <<http://www.insecta.ufv.br/Entomologia/ent/disciplina/ban%20160/AULAT/aula11/insetoplanta.html>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

MCPHILIMY, Darren. Insect photos. Disponível em: <<http://free-stock-photos.com/animal/insect-pictures-insects.html>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

SHAROV, Alexei. Virtual Insects and a Spider. Disponível em: <<http://www.ento.vt.edu/~sharov/3d/virtual.html>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

THE WONDERFUL World of Insects. Disponível em: <<http://www.earthlife.net/insects/>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

Como se reproduzem, como e de que se alimentam e onde vivem os insetos

AULA 3

Metas da aula

Recapitular a reprodução e o desenvolvimento dos insetos; apresentar seus hábitos alimentares e os habitats onde vivem os insetos.

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Reconhecer como e de que se alimentam e onde vivem os insetos.
- Relacionar a morfologia do corpo ou de suas partes com os hábitos dos insetos.

Pré-requisito

Na Aula 22 da disciplina Diversidade Biológica dos Protostomados, você aprendeu como os insetos se reproduzem e se desenvolvem, e do que se alimentam. Vamos lembrar alguns desses aspectos mais importantes e aprender mais sobre outros.

INTRODUÇÃO

Para compreendermos melhor como os insetos se tornaram os animais mais bem-sucedidos do planeta, precisamos conhecer alguns aspectos importantes de sua biologia como, por exemplo, sua reprodução, seu desenvolvimento e sua alimentação. Nesta aula, você também vai conhecer os diferentes habitats que os insetos ocupam e algumas das adaptações que eles apresentam em ambientes fisicamente desfavoráveis.

REPRODUÇÃO, DESENVOLVIMENTO E CICLO DE VIDA

Como você aprendeu na Aula 22 de Diversidade Biológica dos Protostomados, de modo geral, a reprodução dos artrópodes depende do encontro dos sexos e da fertilização do óvulo pelo espermatozóide. Nos insetos pode haver, como você deve lembrar, **OVIPARIDADE**, **PARTENOGÊNESE**, **OVOVIVIPARIDADE** ou **VIVIPARIDADE**, dependendo da espécie.

Os ovos dos insetos podem apresentar diversas formas – esférica, oval, alongada, cilíndrica etc. – e podem ser colocados isolados, enfileirados ou agrupados, como uma massa de ovos (**Figura 3.1**). Em geral, a fêmea coloca seus ovos onde há proteção e alimento para os jovens. A maioria dos insetos não apresenta cuidado parental; então, uma vez postos no ambiente, os ovos são deixados à própria sorte. Algumas espécies podem apresentar comportamentos de cuidado com a prole, como certas espécies de besouros, percevejos, baratas-d'água, grilos e alguns outros. Muitos insetos fazem uma cápsula protetora em volta dos ovos, que pode ser construída a partir de diversos materiais, como fezes, partes vegetais, seda, saliva ou outras secreções. Podemos encontrar ovos com esse tipo de proteção, por exemplo, em baratas, louva-a-deus e muitas espécies de besouros. Outros insetos enterram os ovos, como os gafanhotos; há os que introduzem os ovos nos tecidos das plantas, como os grilos arborícolas; os insetos aquáticos põem os ovos na água, geralmente presos a objetos; os insetos parasitóides colocam os ovos dentro ou sobre o corpo do hospedeiro. Em relação ao número de ovos, algumas espécies de pulgões põem apenas um. No entanto, a maioria dos insetos põe de 50 a algumas centenas de ovos ao longo da vida. As rainhas de cupins possuem um abdômen enorme, extremamente distendido, e algumas colocam até 50.000 ovos durante a vida!

OVIPARIDADE

A mãe coloca os ovos logo após a fertilização e os embriões são nutridos pelo vitelo até sua eclosão.

PARTENOGÊNESE

Os embriões se desenvolvem a partir de ovos não fecundados.

OVOVIVIPARIDADE

Os embriões se desenvolvem dentro dos ovos, nutrindo-se de vitelo, mas a eclosão se dá pouco antes de a mãe fazer a postura dos indivíduos jovens.

VIVIPARIDADE

Os embriões são mantidos dentro do corpo da fêmea e se alimentam de nutrientes produzidos por ela; a mãe faz a postura de indivíduos jovens ativos.

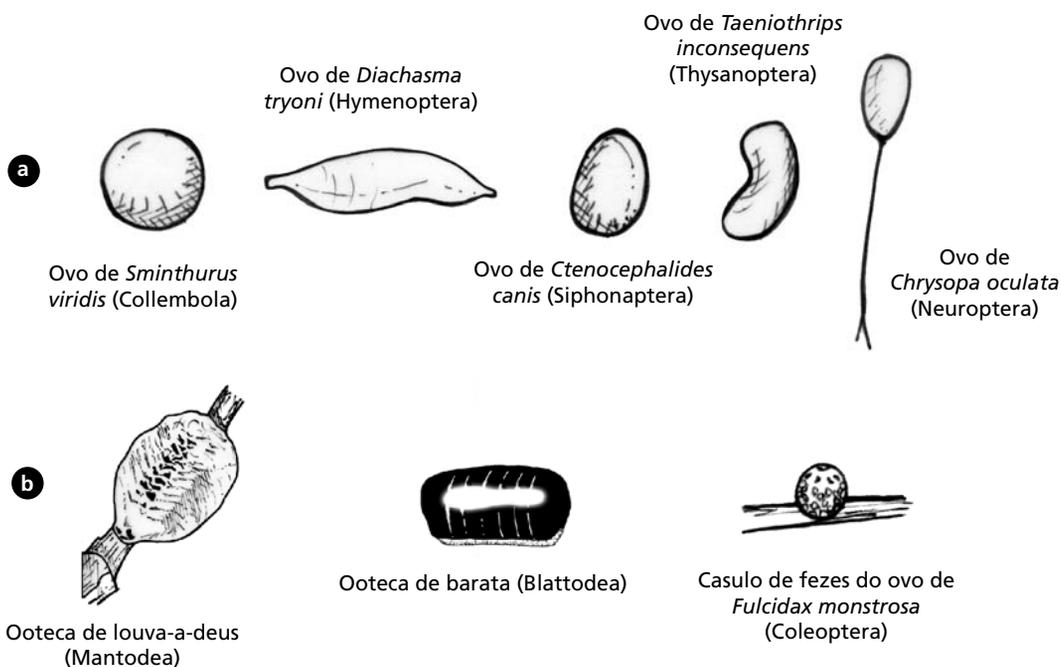


Figura 3.1: Existe uma grande variedade de formas de ovos (a) e muitos mecanismos para proteção dos ovos em insetos (b).

ATIVIDADE



Tamanho é documento?

1. Observe bem os escaravelhos na **Figura 3.2**. Muitas pessoas podem achar que os besouros pequenos são os filhotes dos maiores. Você concorda com isso?



Figura 3.2: Os escaravelhos variam muito de tamanho.



IMPORTANTE: Lembre-se de que **ESTÁGIO** são as fases da vida pelas quais o inseto passa. Assim, podemos ter o estágio de ovo, o de larva (ou ninfa), o de pupa (somente nos holometábolos) e o de adulto. As larvas (termo para os holometábolos) ou ninfas (termo para os hemimetábolos) passam por diferentes **ESTÁDIOS** ou **INSTARES**, que correspondem às mudas, durante seu desenvolvimento.

ATIVIDADE



Diferenciando os estágios e os tipos de desenvolvimento

2. A seguir, você encontra figuras que ilustram, fora da seqüência, o desenvolvimento de quatro diferentes grupos de insetos (**Figura 3.3**). Considerando a morfologia da larva e do adulto e o ciclo de desenvolvimento, faça a distinção entre os quatro grupos e, para cada um deles, indique a seqüência correta.

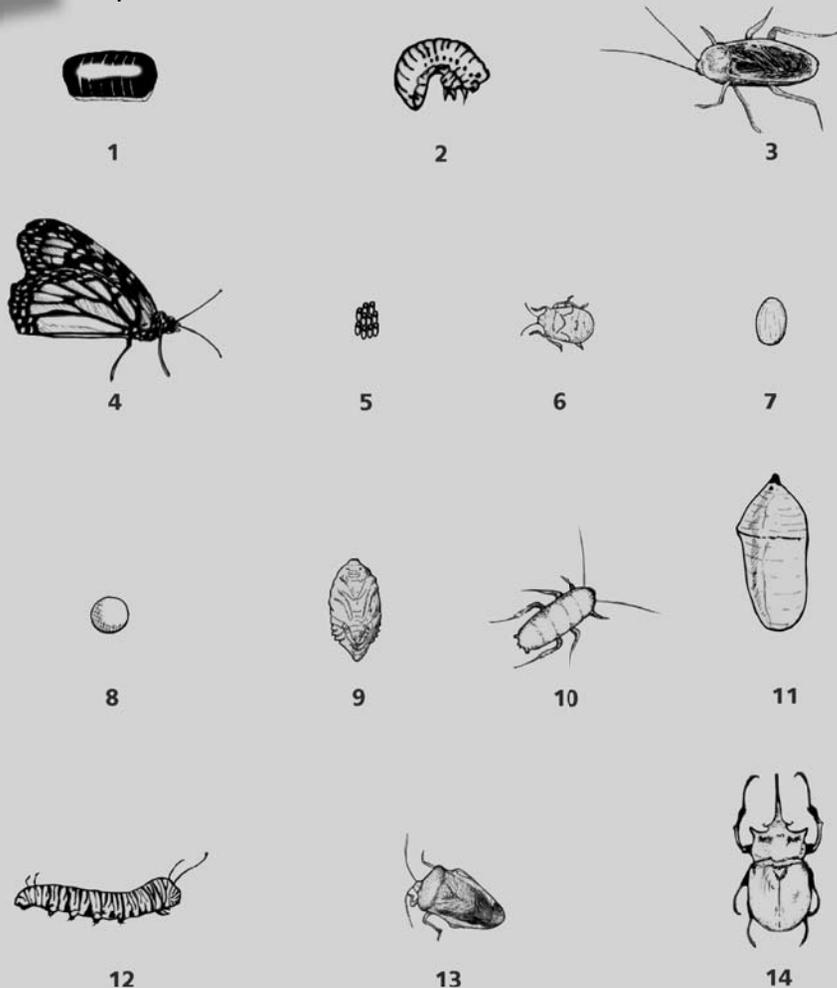


Figura 3.3: Esquema do desenvolvimento de quatro insetos fora da seqüência.

A vida dos insetos adultos é devotada à cópula e à reprodução. Os adultos de muitas espécies de efeméridas vivem apenas algumas horas e nem se alimentam (possuem as peças bucais atrofiadas), daí seu nome. Dentre os insetos de maior longevidade, temos as **CASTAS** reprodutivas de insetos sociais. A rainha das abelhas vive normalmente de dois a três anos, mas pode chegar a cinco anos de vida. Existem registros de rainhas de formigas com 18 anos, assim como de cupins, com 12. Muitas famílias de besouros têm adultos de vida longa, podendo chegar a dez anos.

O número de gerações que um inseto produz por ano é descrito em termos de **VOLTINISMO**. Insetos univoltinos produzem uma geração por ano, os bivoltinos apresentam duas gerações por ano e os multivoltinos, mais de duas por ano.

CASTAS

Grupos de adultos morfologicamente diferenciados na mesma espécie que são especializados em determinadas tarefas, como a casta das operárias, a dos soldados, a da rainha e a dos machos.

VOLTINISMO

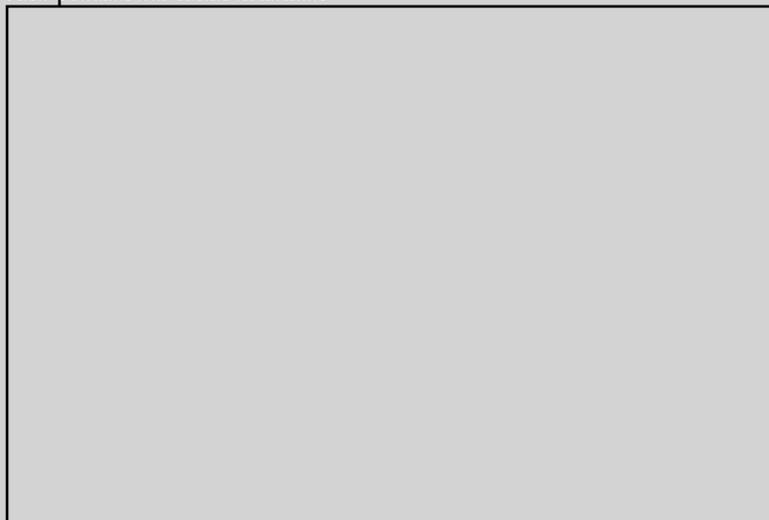
É o número de gerações que uma espécie produz por ano.

OS TIPOS DE ALIMENTAÇÃO DOS INSETOS

ATIVIDADE

**Desenhando um pouco**

3. Antes de começarmos a falar sobre como e de que os insetos se alimentam, tente imaginar um inseto alimentando-se. Qual a primeira coisa que lhe vem à cabeça? Agora desenhe, no quadro a seguir, essa imagem. Não precisa ser nada artístico!





INSETOS FITÓFAGOS ou herbívoros são aqueles que se alimentam de tecido vegetal vivo.

Como os insetos comem? Como você aprendeu na Aula 22 de Diversidade Biológica dos Protostomados, as peças bucais dos insetos são estruturas variadamente modificadas em diferentes grupos e são freqüentemente usadas em sua classificação e identificação. O tipo de peça bucal que o inseto apresenta determina de que ele se alimenta; as peças bucais são de dois tipos básicos: mastigadoras ou sugadoras.

Milhares de insetos se alimentam de plantas e, praticamente, cada planta e cada parte dela, seja folha, flor, caule ou raiz, serve de alimento para algum tipo de inseto. Os **INSETOS FITÓFAGOS** estão confinados a apenas nove das cerca de 30 ordens de insetos. Porém, essas nove ordens são exatamente as que concentram o maior número de espécies: quase metade delas! Considerando todos os animais e as plantas superiores (angiospermas e gimnospermas), estima-se que 26% das espécies sejam insetos fitófagos! Os outros insetos, incluindo os saprófagos, predadores, parasitas e parasitóides, correspondem a 32% do total de organismos (**Figura 3.4.a**). Assim, os insetos fitófagos são quase um quarto de todas as espécies vivas. A proporção de fitófagos varia muito entre as ordens. Mais de 99% das espécies do grupo de mariposas e borboletas (Lepidoptera) e do grupo de grilos, gafanhotos e esperanças (Orthoptera) são fitófagas. Em contraposição, na ordem Hymenoptera (formigas, abelhas e vespas), apenas 10,9% das espécies são fitófagas (**Figura 3.4.b**).

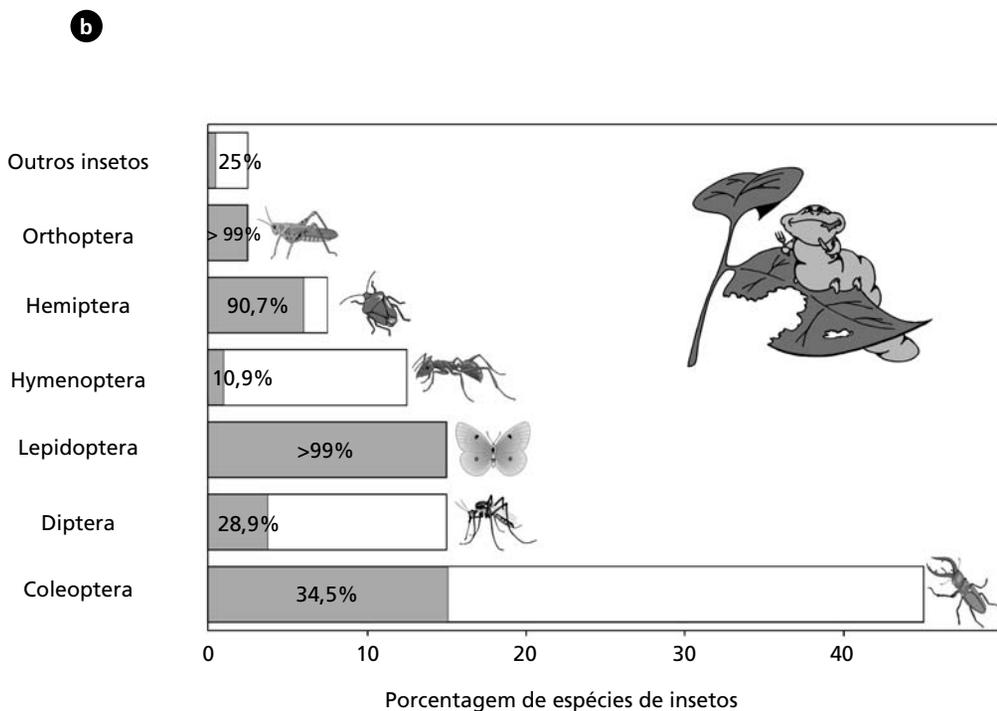
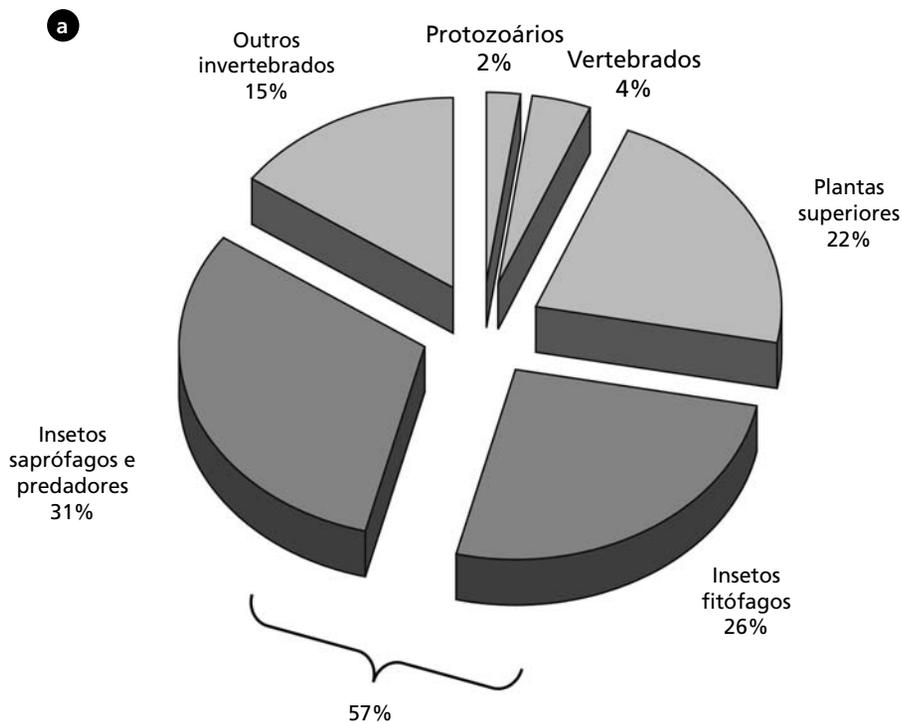


Figura 3.4: Porcentagem de espécies de insetos fitófagos, saprófagos e predadores em relação a outros organismos (a); porcentagem de espécies fitófagas (barra cinza) dentro de cada ordem de insetos (b). Fonte: Strong *et al.* (1984).

ATIVIDADE



Como os insetos fitófagos se alimentam

4. Considerando o que você já aprendeu sobre o aparelho bucal de cada inseto, na **Figura 3.5**, coloque cada um no local mais provável para sua alimentação.

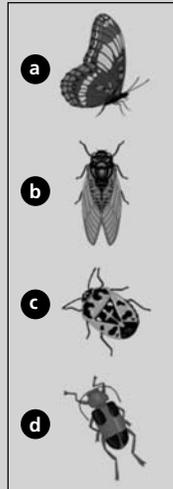
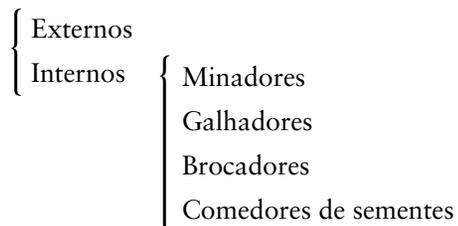


Figura 3.5: Esquema de uma planta com locais para serem ocupados por insetos fitófagos. Onde você colocaria cada um dos insetos?

DETALHANDO AS FORMAS DE ALIMENTAÇÃO DOS INSETOS

Os insetos fitófagos, quanto à forma de utilização da planta hospedeira, podem ser:



Os insetos *fitófagos* podem alimentar-se da planta externa ou internamente. Os fitófagos *externos* podem comer tecido vegetal mastigando-o, como os besouros (Figura 3.6.a), ou sugando-o, como os percevejos (Figura 3.6.b) e as cigarras. Os fitófagos *internos* podem minar, galhar ou brocar o vegetal. Alguns podem também alimentar-se internamente de sementes, matando o embrião da planta (Figura 3.6.c).

MINAS são canais de alimentação deixados na planta pelo inseto na fase larval, e podem ocorrer em qualquer parte do vegetal. O ponto mais fino da mina refere-se ao sítio onde a fêmea colocou seu ovo. Deste eclode uma pequena larva que inicia sua alimentação internamente, no parênquima da folha. Conforme a larva vai se deslocando e se alimentando, ela cresce e, conseqüentemente, a mina fica mais larga (Figura 3.6.d). Ao final do desenvolvimento, a larva empupa, só emergindo daí como adulto, que é de vida livre. Os principais grupos de minadores são Diptera (moscas e mosquitos), Lepidoptera (mariposas e borboletas) e Coleoptera (besouros).

GALHAS são estruturas resultantes do crescimento anormal das células vegetais em número e tamanho, resultando em um verdadeiro tumor na planta (Figura 3.6.e). No caso das galhas causadas por insetos, é necessário que a fêmea de um galhador coloque seu ovo no tecido vegetal vivo e em crescimento. Este ovo induz o crescimento de um tumor, cuja forma varia em função da planta e da espécie do inseto. A larva que eclode do ovo alimenta-se internamente da galha e, na maioria dos casos, só sai dali como adulto, que é de vida livre (Figura 3.6.e). Os principais grupos de galhadores são Diptera (moscas e mosquitos), Lepidoptera (mariposas e borboletas), Coleoptera (besouros) e Hymenoptera (vespas).

BROCAS são canais resultantes da alimentação interna de insetos em caules de plantas, deixando-os ocos. Os insetos brocadores podem iniciar sua alimentação externamente, em uma folha, por exemplo, e só depois penetrar no caule; mas também podem, desde o início, alimentar-se internamente no caule (Figura 3.6.f). As brocas também têm esse hábito apenas na fase larval. Os principais grupos de brocadores são Coleoptera (besouros) e Lepidoptera (mariposas e borboletas).

MINAS

São uma marca de alimentação visível, deixada por pequenas larvas de insetos que normalmente se alimentam no interior do tecido das folhas.

GALHAS

São tumores normalmente induzidos por algumas espécies de insetos nos tecidos em crescimento de plantas, dentro dos quais a larva se alimenta. Há também casos de galhas induzidas por alguns fungos, bactérias ou vírus.

BROCAS

São túneis em caules ou pecíolos de plantas, resultantes da alimentação de larvas de alguns insetos.

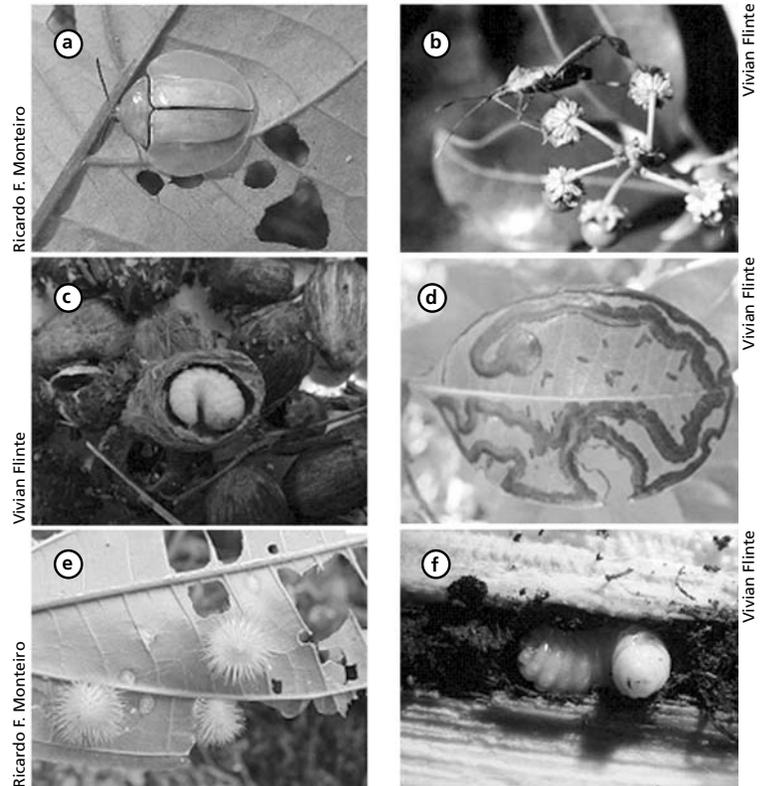


Figura 3.6: a. O besouro alimentando-se da folha de uma planta é um fitófago externo; b. o percevejo sugando o fruto também é um herbívoro externo; c. a larva de besouro, comedora de sementes, é um fitófago interno; d. mina feita pelo besouro *Lius* sp.; e. galhas foliares; f. larva de besouro brocadora de caule.

Insetos fitófagos podem ainda utilizar tecidos vegetais como alimento e, ao mesmo tempo, beneficiar a planta, como é o caso da polinização, em que o inseto se alimenta do néctar das flores e, nisso, leva o pólen de uma flor para outra, promovendo a fecundação cruzada. Outro caso é o da associação das embaúbas com as formigas. Estas plantas, logo quando jovens, são colonizadas por formigas, que passam a usá-las como abrigo, retirando delas também o alimento, uma substância açucarada produzida na base do pecíolo das folhas. Em troca, as formigas as protegem ferozmente contra qualquer outro animal que se aproxime, e até de plantas trepadeiras, que podem tentar crescer sobre ela.

Os insetos que se alimentam de tecido animal podem ser:

- { Parasitas
- { Predadores
- { Parasitóides

Os insetos *parasitas* alimentam-se *externamente* de outros animais, sem causar sua morte, como é o caso das pulgas, dos piolhos e dos mosquitos (**Figura 3.7.a**).

Os insetos *predadores* são aqueles que utilizam outros animais como alimentação; freqüentemente comem outros insetos, causando sua morte (**Figura 3.7.b**). Como exemplos, podemos citar as vespas, os louva-a-deus, as libélulas e muitas espécies de percevejos.

Os **INSETOS PARASITÓIDES** são os que se desenvolvem, na fase larval, no *interior* de outros insetos. Resumindo o ciclo, temos uma fêmea adulta de parasitóide que coloca seu(s) ovo(s) em um ovo, larva ou pupa de outro inseto. O ovo do parasitóide eclode, e a larva jovem se alimenta do tecido de seu hospedeiro. Inicialmente, come as partes menos nobres do hospedeiro, mantendo-o vivo; só ao final de seu desenvolvimento utiliza os órgãos que vão comprometer a sobrevivência do hospedeiro. As larvas do parasitóide empupam dentro ou fora do hospedeiro (**Figura 3.7.c**), e o adulto, de vida livre, emerge após alguns dias. A ação do parasitóide invariavelmente leva à morte do hospedeiro. Os principais grupos de parasitóides são Hymenoptera (vespas) e Diptera (moscas e mosquitos).

INSETOS PARASITÓIDES

São aqueles cujas larvas vivem dentro do corpo de outros animais, normalmente outros insetos, consumindo-os e matando-os.

<http://free-stock-photos.com/animal/insect-pictures-insects.html>

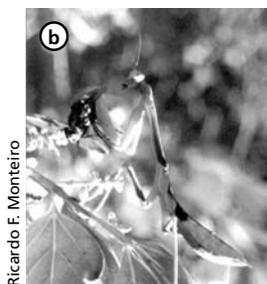
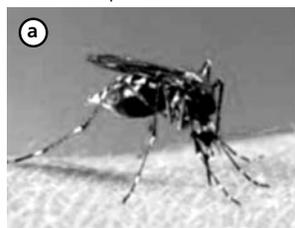


Figura 3.7: a. O mosquito se alimenta externamente de outros animais, sugando seu sangue; b. o louva-a-deus é um predador voraz; c. pupas de parasitóides localizadas sobre a lagarta hospedeira.

INSETOS SAPRÓFAGOS

Alimentam-se de matéria orgânica animal ou vegetal em decomposição.

Os insetos que se alimentam de matéria orgânica morta são chamados **SAPRÓFAGOS**.

Os saprófagos podem utilizar fezes, tecido animal ou vegetal morto e detritos de forma geral. Esses animais desempenham um papel importantíssimo na decomposição da matéria orgânica morta e na ciclagem de nutrientes no ecossistema. A importância dos insetos decompositores já foi reconhecida há milhares de anos pelos antigos egípcios, que acreditavam que o escaravelho rola-bosta, *Scarabeus sacer*, era sagrado (**Figura 3.8**). Muitos dos saprófagos são besouros, mas há também larvas de outros grupos que apresentam esse hábito. O poema abaixo descreve de uma forma muito interessante a importância dos saprófagos.

<http://www.akhet.co.uk/pengweb/egypt.htm>

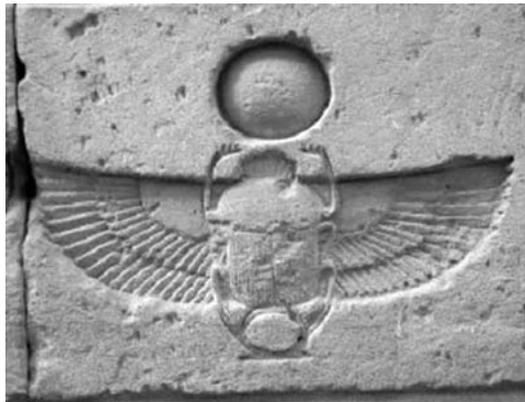


Figura 3.8: Os egípcios antigos já veneravam o escaravelho, associando-o à renovação da vida.

O BESOURO ROLA-BOSTA

(Sidnei Olivio)

No meio do pasto
o velho escaravelho
se arrasta
entre as patas das vacas
que, despreocupadas, pastam.

Pra ele, o pasto
é terra de gigantes
porém, se arrisca em sua lida
à procura de comida
feito uma miniatura
de rinoceronte.

Com seu chifre e casca dura
 tem grande força
 e uma estranha compostura:
 cava buracos no campo
 (a sua casa, seu abrigo)
 e pra dentro dele rola
 as bolas de excremento.

Por isso tem apelido
 (parece até xingamento)
 de rola ou vira-bosta
 graças ao seu comportamento.

Mas se pra nós é jocoso
 indecente e causa nojo
 pra ele é profissão:
 enquanto se alimenta
 devolve ao ambiente
 os elementos componentes
 pro verde brotar no chão.

ATIVIDADE



Relembrando como os insetos se alimentam

5. Com base no que você acabou de ler, preencha o quadro a seguir, marcando se a alimentação deve ser interna (I) ou externa (E) e escrevendo se o tipo de alimento deve ser vegetal (V) ou animal (A).

Inseto	Alimentação (I ou E)	Tipo de alimento (V ou A)
Cigarra		
Minador de folha		
Galhador de botão		
Brocador de caule		
Fêmea de mosquito <i>Aedes Aegypti</i>		
Louva-a-deus		
Comedor de sementes		
Larva de vespa que se desenvolve em uma lagarta		

Você lembra do desenho de um inseto se alimentando, que você fez na Atividade 3? Se pudesse refazê-lo agora, mudaria alguma coisa? Se sua resposta for positiva, tente descobrir o que faltou.



ONDE VIVEM OS INSETOS?

Como você leu, os insetos são os organismos mais variados do planeta e correspondem a quase 3/4 de todos os animais. De todos os filos animais, somente os artrópodes e os cordados tiveram tanto sucesso na adaptação da vida ao ar seco. Os insetos habitam hoje todas as superfícies do globo, exceto as regiões polares extremas e os picos montanhosos mais altos.

Os limites da distribuição geográfica dos insetos ainda não são totalmente conhecidos. Na Antártida, por exemplo, os insetos são representados por duas espécies de moscas; uma espécie de pulga de aves e algumas espécies de piolhos, parasitas de aves e de focas. No Ártico, pelo menos 300 espécies, a maioria de moscas, vivem nas ilhas canadenses, ao norte do paralelo 75°. A uma altitude de 6.000 metros, nas cadeias de montanhas do Himalaia, um número surpreendente de insetos é residente permanente. Também foram encontrados insetos em cavernas profundas, em fontes termais, em lagos salgados e em piscinas de petróleo. Cerca de 3% de todas as espécies de insetos vivem em água doce, e talvez 0,1% seja encontrado na zona entremarés. Um gênero da ordem dos percevejos, *Halobates*, vive permanentemente na superfície do oceano e muitas outras espécies dessa mesma ordem vivem na superfície dos mares próximos à costa.

Como você viu, os insetos podem viver, então, em todos os habitats: solos, cavernas, desertos, altas altitudes, água doce e salgada. Cada um desses ambientes apresenta, algumas vezes, condições físicas e químicas estressantes e requer adaptações especiais para a sobrevivência. Vamos falar um pouco sobre algumas adaptações interessantes a esses habitats.

A VIDA NO SOLO

Insetos que vivem na superfície do solo ou da serrapilheira estão expostos à predação por animais que caçam orientados pela visão, como as aves. Estes insetos podem apresentar as seguintes características: olhos compostos bem desenvolvidos, para ver seus predadores e, conseqüentemente, fugir deles; atividade noturna, quando então não chamam atenção de predadores visualmente orientados; corpo geralmente camuflado, para não serem percebidos. Insetos que vivem enterrados no solo possuem, muitas vezes, as asas reduzidas; algumas vezes, também as pernas reduzidas ou apresentando morfologia especializada, como as pernas fossoriais. Exemplos de insetos que vivem nesse ambiente são espécies de besouros, tesourinhas, grilos e gafanhotos.

A VIDA NAS CAVERNAS

Os insetos que habitam cavernas costumam apresentar adaptações “econômicas”: redução de olhos, já que a visão pouco adianta no escuro; asas e músculos para vôo também reduzidos, porque geralmente não voam, apenas rastejam; pigmentação geralmente pálida. Representantes da ordem dos besouros e dos grilos estão dentre os que vivem nesses ambientes.

A VIDA NOS DESERTOS

Apesar das condições de extremo calor e seca nos desertos, os insetos estão entre os animais de maior sucesso neste hábitat. Mas, como conseguem? Eles apresentam mecanismos de conservação de água, como uma **EPICUTÍCULA** cerosa, e capacidade de fechamento dos espiráculos. Também evitam expor-se a temperaturas altas durante o dia e nas estações mais quentes através de diferentes comportamentos, como o de ficar enterrados na areia ou permanecer debaixo da vegetação. As larvas costumam desenvolver-se durante a estação chuvosa. Espécies de vespas, formigas, baratas e besouros (**Figura 3.9.a**) podem ser encontradas no deserto.

EPICUTÍCULA

Camada mais externa do tegumento dos insetos; ela é constituída principalmente de uma camada de cera, que garante a impermeabilidade da cutícula e evita a perda de água por evaporação.

A VIDA NO FRIO EXTREMO

Os insetos estão entre os animais com maior sucesso para a vida permanente em grandes altitudes. Nesse hábitat, os insetos evoluíram um tipo de metabolismo que funciona normalmente a baixas temperaturas em um ambiente deficiente de oxigênio. Permanecem próximos à neve, o que evita o efeito da seca a temperaturas mais altas (Figura 3.9.b). Eles ficam ativos apenas em uma estreita faixa de temperatura, em torno de 0°C, e morrem rapidamente se expostos a temperaturas um pouco mais altas. Nessas condições de frio, podemos encontrar espécies de gafanhotos, mariposas, borboletas, moscas, mosquitos e besouros.

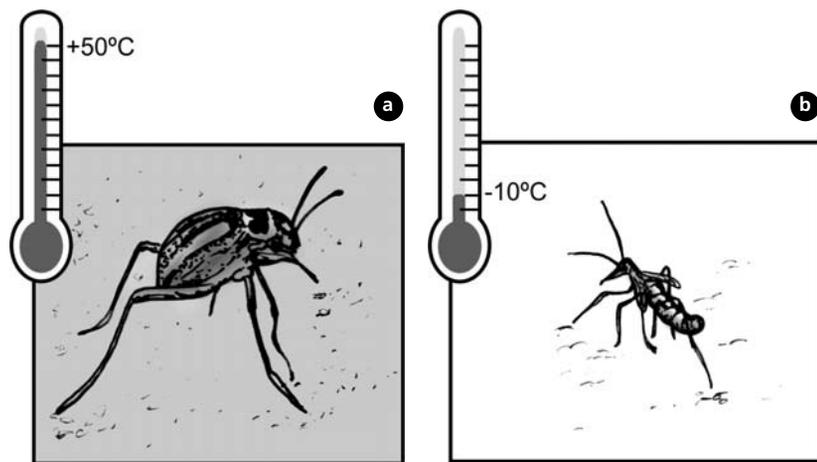


Figura 3.9: Insetos em ambientes extremos: besouro no deserto (a) e inseto da ordem Mecoptera na neve (b).

A VIDA NA ÁGUA

No ambiente aquático, as adaptações mais importantes compreendem o desenvolvimento de estruturas respiratórias capazes de captar eficientemente o baixo teor de oxigênio da água. Imaturos de muitas ordens de insetos vivem no ambiente aquático: todas as espécies de efeméridas e libélulas (Figura 3.10.a); muitas de besouros, moscas, mosquitos, vespas; algumas de borboleta. Os adultos aquáticos geralmente apresentam pernas cobertas por muitas cerdas, que facilitam a natação (Figura 3.10.b).

Algumas espécies do grupo dos percevejos passam a vida patinando sobre a superfície da água (Figura 3.10.c). Esses insetos são tão leves que não rompem a tensão superficial da água e, assim, podem andar sobre ela!



<http://rol.freenet.columbus.oh.us/insects.html>

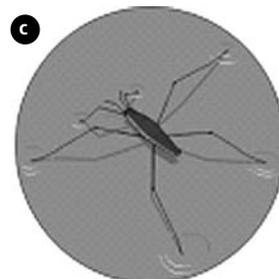


Figura 3.10: Ninfa de libélula com brânquias no abdômen (a), besouro aquático com muitas cerdas nas pernas (b) e percevejo patinando sobre a água (c).

Como você viu, os insetos apresentam as mais variadas adaptações, de acordo com o ambiente em que vivem. Muitas vezes podemos saber em qual ambiente um inseto habita, observando apenas suas características morfológicas.

ATIVIDADE FINAL

De acordo com as quatro descrições a seguir – de partes do corpo e peças bucais –, relacione as adaptações descritas com o hábito de vida que o(s) inseto(s) em questão deverá(ão) apresentar. Cada descrição pode se adequar a um ou mais insetos. Que hábitat você acha que o(s) inseto(s) ocuparia(m)? Você conheceria o nome vulgar do(s) inseto(s)?

- Pernas fossoriais e reduzidas; olhos reduzidos; asas reduzidas; antenas curtas; órgãos sensoriais táteis muito desenvolvidos; pigmentação do corpo pálida, sem padrões coloridos; peças bucais mastigadoras.
- Corpo pequeno e achatado dorsoventralmente; garras (última estrutura da perna) bem desenvolvidas; pernas natatorias providas de muitas cerdas; estruturas respiratórias especiais; peças bucais mastigadoras.

c. Asas membranosas muito desenvolvidas; olhos compostos grandes, ocupando grande parte da cabeça; pernas locomotoras não muito compridas; peças bucais sugadoras.

d. Pernas saltatorias; peças bucais mastigadoras; asas anteriores pergamináceas; olhos compostos desenvolvidos; antenas como órgão sensorial importante para percepção tátil e química; padrão de coloração variado, com espécies camufladas e outras conspícuas.

RESUMO

Em relação ao desenvolvimento, os insetos podem ser ametábolos (sem metamorfose), hemimetábolos (metamorfose incompleta) ou holometábolos (metamorfose completa). Quanto ao tipo de alimento, os insetos podem ser herbívoros, carnívoros ou saprófagos. Tanto nos herbívoros como nos carnívoros, podemos encontrar insetos que se alimentam externamente ou internamente. Os insetos apresentam-se numa ampla distribuição geográfica, e alguns podem ser encontrados em ambientes extremos, como nos pólos, em grandes altitudes, em cavernas ou nos desertos. Dependendo do ambiente em que vivem, apresentam adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais específicas. Em todos os aspectos, os insetos são o grupo animal mais diversificado e bem-sucedido do planeta.



RESPOSTAS

Atividade 1

Vamos relembrar um pouco mais o ciclo de vida dos insetos para responder a esta pergunta. Quanto ao desenvolvimento, os insetos podem ser de três tipos: ametábolos (sem metamorfose ou desenvolvimento direto), hemimetábolos (metamorfose incompleta: ovo - ninfa - adulto) ou holometábolos (metamorfose completa: ovo - larva - pupa - adulto).

O número de mudas que o inseto apresenta durante seu crescimento vai depender de cada espécie. Em geral, eles apresentam de quatro a oito mudas; algumas libélulas têm de 10 a 12, e as efeméridas chegam a ter 20. Uma vez que um inseto hemimetábolo ou holometábolo se torna adulto, não sofre mais mudas. Os insetos ametábolos adultos, como as traças-de-livros, podem continuar a sofrer mudas e crescer. Por isso, quando vemos um besouro, que é holometábolo (ou seja, passa pelos estágios de ovo, larva e pupa antes da fase adulta), mesmo se for muito pequeno, já é adulto.

Atividade 2

Temos, no esquema, o desenvolvimento de quatro insetos fora de ordem: besouro, borboleta, percevejo e barata. Os dois primeiros são holometábolos e possuem os estágios de ovo, larva, pupa e adulto. As larvas são muito diferentes dos adultos e, no nosso exercício, podem ser diferenciadas pela presença de falsas pernas, aquelas localizadas no abdômen da lagarta de borboleta ou de mariposa. Os outros dois insetos são hemimetábolos, com os estágios de ovo, ninfa e adulto. No caso da barata, os ovos são colocados dentro de uma estrutura chamada ooteca. As ninfas de cada um podem ser reconhecidas por sua semelhança com os adultos. Desenvolvimento do besouro: 8-2-9-14; da borboleta: 7-12-11-4; do percevejo: 5-6-13; da barata: 1-10-3.

Atividade 3

O alimento dos insetos pode ser de origem animal, vegetal ou matéria orgânica morta. Aqueles que se alimentam de tecido vegetal são chamados de herbívoros ou fitófagos, os que utilizam alimento de origem animal são conhecidos como carnívoros e os que se alimentam de matéria orgânica morta são ditos saprófagos. Assim, em seu desenho, o inseto, dependendo do grupo, pode estar comendo matéria orgânica viva ou morta.

Atividade 4

A borboleta (a) deverá ter sido colocada na flor, onde estará sugando o néctar, enquanto a cigarra (b) estará sugando a seiva do caule. Já o percevejo (c), você poderia tê-lo colocado tanto sugando o fruto como a seiva na nervura da folha, e o besouro (d), da mesma maneira, poderia alimentar-se do fruto ou da folha, mastigando-os.

Atividade 5

Veja que no quadro só ficaram faltando mesmo os saprófagos, que podem se alimentar de matéria orgânica morta tanto de origem animal como vegetal. Como se alimentam de matéria orgânica morta, não se encaixam nem em herbívoros nem em carnívoros. Nos exemplos, temos que cigarra, mosquito e louva-a-deus apresentam alimentação externa. Os demais, minador, galhador, brocador, comedor de sementes e larva de vespa, se alimentam internamente do hospedeiro, seja ele uma planta ou um animal. Quanto ao tipo de alimento, cigarra, minador, galhador, brocador e comedor de sementes são herbívoros. Já mosquito, louva-a-deus e larva de vespa são carnívoros.

Atividade final

a. A primeira descrição pode se referir a um cachorrinho-do-mato (Orthoptera), que vive grande parte de sua vida em galerias no solo e possui aparelho bucal mastigador. Os animais que vivem nesse tipo de ambiente costumam ter várias partes do corpo reduzidas, como as antenas, as asas e as pernas, característica que facilita a locomoção. As pernas anteriores são do tipo fossorial, para cavar o solo. Os órgãos sensoriais táteis são bem desenvolvidos, já que a visão pouco ajuda nesse ambiente. É por isso também que a coloração desses animais tende a ser discreta e pálida.

b. Na segunda descrição, encaixam-se vários insetos aquáticos, como ninfas de libélulas, de plecópteros e de efemerópteros, que possuem aparelho bucal mastigador. O corpo desses animais costuma ser achatado dorsoventralmente, como uma adaptação à vida nas correntezas. Esse tipo de corpo possibilita que a água passe sem muito atrito, evitando que o inseto seja arrastado. Para se prenderem ao substrato e não serem deslocados pela água, muitos insetos possuem garras, como outra adaptação. As pernas apresentam muitas cerdas e são do tipo natatorial, para facilitar a natação. Além das traquéias, muitos possuem brânquias, que levam o oxigênio retirado da água para os tubos traqueais.

c. A terceira descrição pode se referir aos mosquitos e a algumas moscas que possuem aparelho bucal sugador. Como ocupam o ambiente aéreo, precisam de asas bem desenvolvidas para o voo e olhos grandes para encontrar alimento, procurar parceiros e fugir de predadores. Quando pousados, podem andar com seus três pares de pernas, que não costumam ser longas.

d. Na quarta descrição, estamos falando de gafanhotos, esperanças e grilos, porque estes possuem pernas saltatorias (usadas para locomoção e fuga), peças bucais mastigadoras e asas anteriores pergamináceas. Muitos vivem sobre a folhagem; possuem olhos bem desenvolvidos para encontrar alimento, fugir de predadores e procurar parceiros. As antenas são importantes para o tato (durante a locomoção) e percepção química de plantas e animais. Muitas vezes ficam camuflados no ambiente entre as folhas, ou possuem cores chamativas para sinalizar alguma característica desagradável aos predadores.

Se você enunciou algum inseto diferente dos que foram apresentados aqui, consulte seu tutor, para avaliar se sua resposta também está correta.

Sites recomendados

ANT-PICTURES. Hábitos de alimentação de formigas. Disponível em: <http://www.ant-pictures.com/portuguesa/ant_feeding_habits.htm>. Acesso em: 26 ago. 2004.

ALLPET Roaches: Blattodea. Disponível em: <<http://www.angelfire.com/oh2/Roaches/>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

BUGBIOS: entomological database of very cool bugs. Disponível em: <<http://www.insects.org/entophiles/index.html>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

COLEOPTERA. Disponível em: <<http://vidal.med.puc.cl/coleoptera.html>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

DISCORVER Life. Disponível em: <<http://www.discoverlife.org/>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

MCPHILIMY, Darren. Insect photos. Disponível em: <<http://free-stock-photos.com/animal/insect-pictures-insects.html>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

SHAROV, Alexei. Virtual Insects and a Spider. Disponível em: <<http://www.ento.vt.edu/~sharov/3d/virtual.html>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

THE WONDERFUL World of Insects. Disponível em: <<http://www.earthlife.net/insects/>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

Os principais grupos de insetos

Metas da aula

Relembrar as ordens da classe Insecta e destacar a importância numérica de cada uma.

objetivos

Esperamos que, após o estudo desta aula, você seja capaz de:

- Reconhecer as cinco ordens mais numerosas de insetos.
- Conhecer a frequência relativa das principais ordens.
- Identificar as ordens de insetos com o uso da chave dicotômica.

Pré-requisitos

Na Aula 23 da disciplina Diversidade Biológica dos Protostomados, você aprendeu sobre as diversas ordens de insetos. Alguns aspectos serão acrescentados aqui. É importante que você tenha compreendido os principais pontos da aula anterior, sobre os aspectos gerais relacionados aos insetos, para prosseguir nesta aula.

INTRODUÇÃO

Como você viu nas aulas anteriores, os insetos são muito variados em forma, tamanho, cor, comportamento, biologia e ecologia. Além disso, você aprendeu que eles existem há cerca de 300 milhões de anos e que ocupam quase todos os ambientes do planeta. Como resultado, podemos encontrar muitos grupos distintos, que são organizados em ordens. Assim, a classe Insecta contém muitas ordens; estas, por sua vez, incluem diversas famílias, gêneros e espécies. Nesta aula, vamos conhecer as diferentes ordens e seus aspectos mais importantes.

AS DIVERSAS ORDENS DE INSECTA

ATIVIDADE



Agrupando os insetos taxonomicamente

1. Antes de começarmos, vamos avaliar o quanto você lembra da classificação desses animais? Na **Figura 4.1**, você pode observar vários insetos diferentes. Tente separá-los em grupos, de acordo com algumas características que você aprendeu na Aula 2, como peças bucais, número e tipo de asas e tipo de pernas. Faça o seguinte: identifique o grupo de cada inseto ilustrado na figura, escrevendo ao lado de cada um o número que corresponde ao seu grupo: 1) besouros; 2) percevejos e cigarras; 3) gafanhotos, grilos, esperanças, baratas, louva-a-deus e bichos-pau; 4) vespas, abelhas e formigas; 5) mariposas e borboletas; 6) libélulas; 7) moscas e mosquitos; 8) cupins; 9) pulgas; 10) tesourinhas; 11) traças-dos-livros; 12) piolhos.

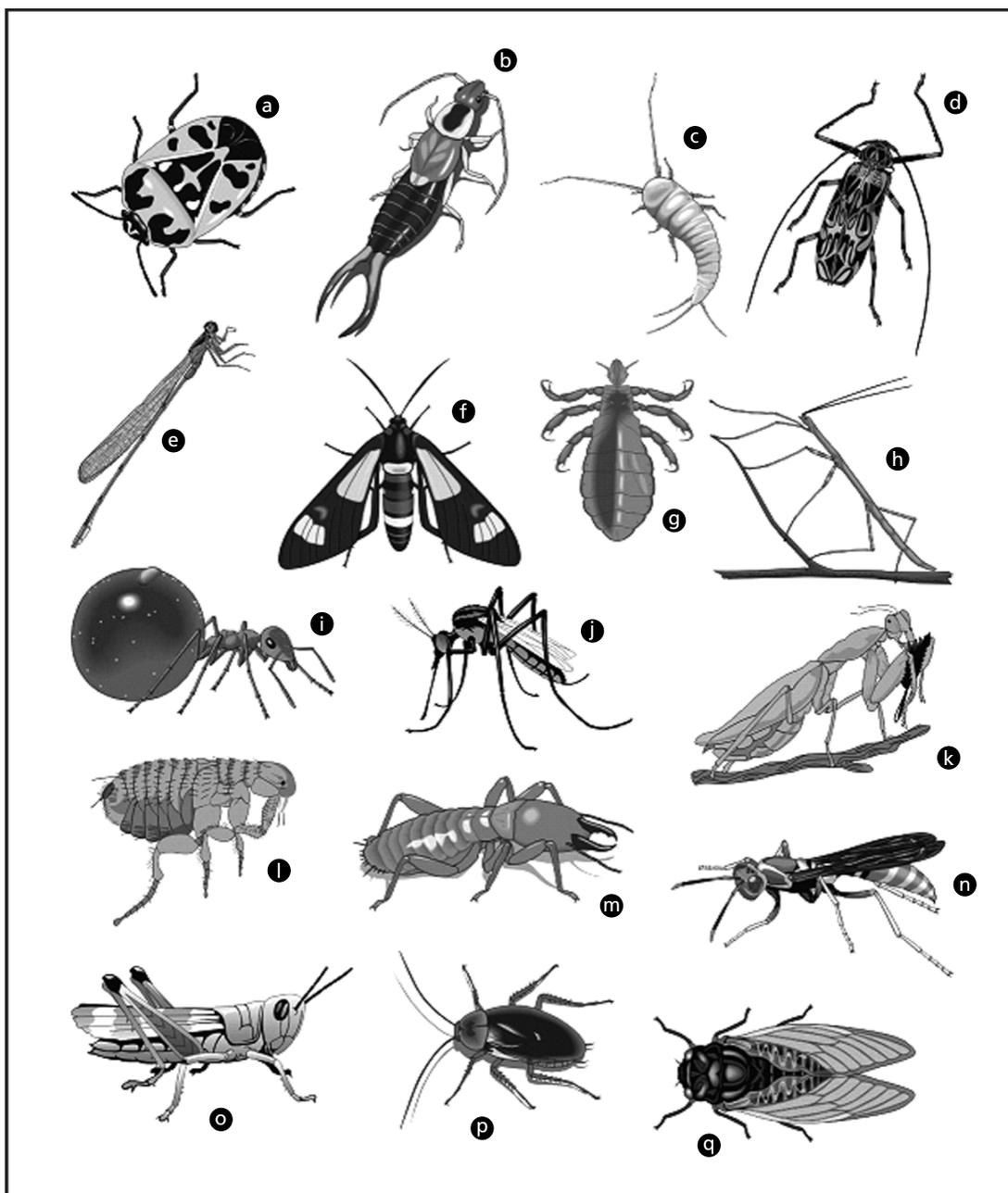


Figura 4.1: Os insetos são muito diversificados em forma e cor. Será que você reconhece a que grupo cada um pertence?

Existem muitas controvérsias a respeito da classificação dos insetos nas diferentes categorias, mas, para você ter uma idéia, apresentamos a seguir uma tabela que mostra um exemplo de classificação deste grupo (Tabela 4.1). A classificação que você vai ver aqui é a mesma que aprendeu na Aula 23, em Diversidade Biológica dos Protostomados.

Tabela 4.1: Diversidade e tamanhos aproximados de classes e ordens de artrópodes hexápodos, segundo Daly *et al.* (1998)

Categoria	Táxon	Nº de famílias	Nº de espécies
Classe Ordem	Parainsecta		
	Protura	3	500
	Collembola (frieira)	4	6.000
Classe	Entognatha		
Ordem	Diplura	5	800
Classe	Insecta		
Subclasse	Apterygota		
Ordem	Archeognatha	2	350
	Thysanura (traça-dos-livros)	5	370
Subclasse	Pterygota		
Infraclasse	Paleoptera		
Ordem	Ephemeroptera (efemérida)	17	2.500
	Odonata (libélula)	24	4.900
Infraclasse	Neoptera		
Divisão	Exopterygota		
Superordem	Orthopteroidea		
	Blattodea (barata)	5	4.000
Ordem	Mantodea (louva-a-deus)	8	2.000
	Isoptera (cupim)	6	2.300
	Grylloblattodea	1	25
	Dermaptera (tesourinha)	7	1.800
	Plecoptera	8	2.000
	Embioptera	8	~2.000
	Orthoptera (grilo, gafanhoto)	13	>20.000
	Phasmatodea (bicho-pau)	2	>2.500
Superordem	Hemipteroidea		
Ordem	Zoraptera	1	30
	Psocoptera (piolho-do-livro)	17	>3.000
	Phtiraptera (piolho)	16	>3.000
	Hemiptera (percevejo)	104	~55.000
	Thysanoptera (trips)	5	4.500
Divisão	Endopterygota		
Superordem	Neuropteroidea		
	Megaloptera	2	300
Ordem	Raphidioptera	2	175
	Neuroptera (lixeiro)	17	5.000
	Coleoptera (besouro)	135	>300.000
	Strepsiptera	5	525
Superordem	Mecopteroidea		
Ordem	Mecoptera	7	500
	Diptera (mosca, mosquito)	117	~150.000
	Siphonaptera (pulga)	17	2.400
	Lepidoptera (mariposa, borboleta)		
	Trichoptera (curubixá)	102	~150.000
		24	>7.000
Superordem	Hymenopteroidea		
Ordem	Hymenoptera (formiga, abelha, vespa)		
		73	~150.000
Total		762	>883.475

AS PRINCIPAIS ORDENS

Agora que você relembrou a classificação geral dos insetos e como eles estão distribuídos entre as ordens, vamos ver mais detalhadamente alguns dos principais grupos em ordem de importância, em termos de número de espécies.

Em primeiro lugar, temos a ordem Coleoptera (besouros), que representa a maior de todas as ordens de insetos. Em segundo lugar, temos os Lepidoptera (mariposas e borboletas); em terceiro lugar, estão os Hymenoptera (formigas, abelhas e vespas); os Diptera (moscas e mosquitos) vêm em quarto, e os Hemiptera (percevejos e cigarras) em quinto lugar. Juntas, essas cinco ordens correspondem a mais de 2/3 da totalidade dos insetos (Figura 2.1).

Coleoptera

Riqueza de espécies: Coleoptera (besouros; Figura 4.2), com mais de 300.000 espécies descritas, constitui a maior ordem dos insetos. A maior família de besouros, Curculionidae (besouros com uma espécie de tromba), com 60.000 espécies, possui mais espécies do que muitos filos individuais de animais. Dessa enorme riqueza resulta uma gigantesca variedade ecológica e biológica. A famosa joaninha, da família Coccinellidae, para surpresa de muitos também é um besouro.

Tamanho: O tamanho dos besouros é extremamente variável, sendo que a maioria das espécies mede entre 1 e 10mm de comprimento. Os menores besouros pertencem à família Ptiliidae e medem de 0,25 a 1,5mm de comprimento! No outro extremo, temos o famoso *Titanus giganteus*, da Amazônia, com cerca de 20cm!

Alimentação e hábitos: A maioria dos besouros adultos é de fitófagos terrestres, cujas larvas são, em sua maioria, minadoras, brocadoras, galhadoras ou comedoras de sementes, mas muitos adultos também podem ser predadores ou saprófagos. Tanto larvas como adultos podem ser aquáticos ou semi-aquáticos. São conhecidas muitas espécies de água doce, porém poucas de ambiente marinho e apenas algumas na região entremarés.

Outras características: Os sexos geralmente são muito semelhantes, exceto por uma pequena diferença de tamanho (as fêmeas costumam ser maiores que os machos). Os ovos normalmente são simples e ovais, e são colocados sobre ou perto do alimento da larva. O cuidado parental não é típico em besouros, salvo em alguns raros casos. Apesar de a maioria das larvas ter mobilidade limitada, muitas larvas predadoras são caçadoras ativas, como as de joaninhas. A larva geralmente empupa em uma câmara construída por ela no próprio recurso alimentar ou nas proximidades. A pupa dos besouros quase não se move. O tempo de emergência dos adultos varia de espécie para espécie. Em geral, os besouros podem apresentar de várias gerações por ano até uma geração em vários anos. Muitas espécies, em um ou em alguns dos estágios de desenvolvimento, podem passar por um estado de dormência, quando submetidos a condições desfavoráveis como o inverno, por exemplo. A esse estado de dormência chamamos diáspausa.

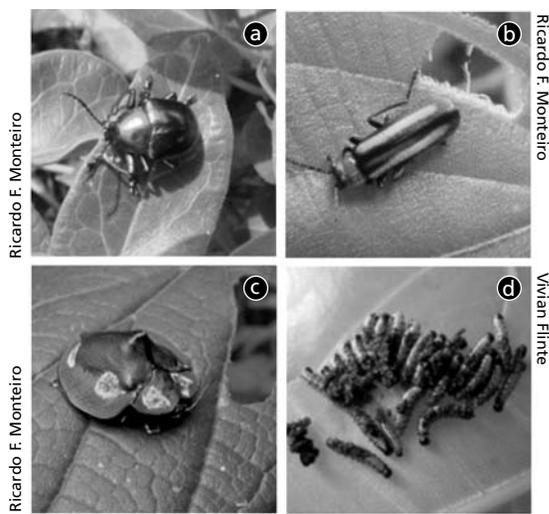


Figura 4.2: Coleoptera: besouros adultos de diferentes famílias (a, b, c) e larvas da família Curculionidae (d).

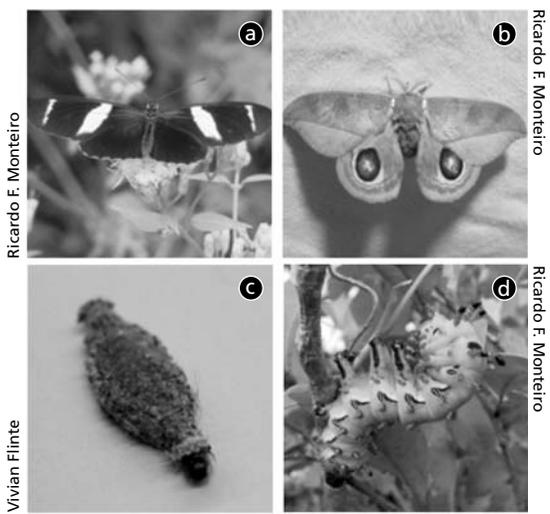


Figura 4.3: Lepidoptera: borboletas (a) e mariposas (b). Note o casulo da lagarta de mariposa que chamamos de traça (c). Lagarta de mariposa alimentando-se de folhagem (d).

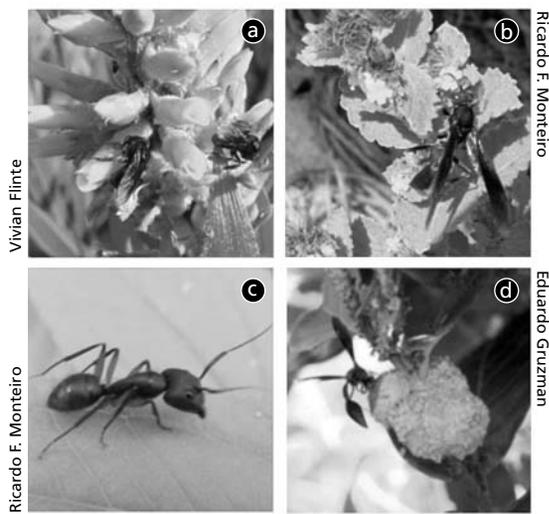


Figura 4.4: Hymenoptera: abelhas (a), vespas (b) e formigas (c). Muitas espécies de himenópteros constroem ninhos para colocar ovos e criar suas larvas (d).

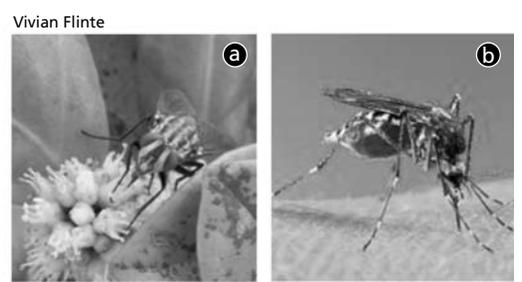


Figura 4.5: Diptera: moscas (a) e mosquitos (b). Fonte (b): <http://free-stock-photos.com/animal/insect-pictures-insects.html>

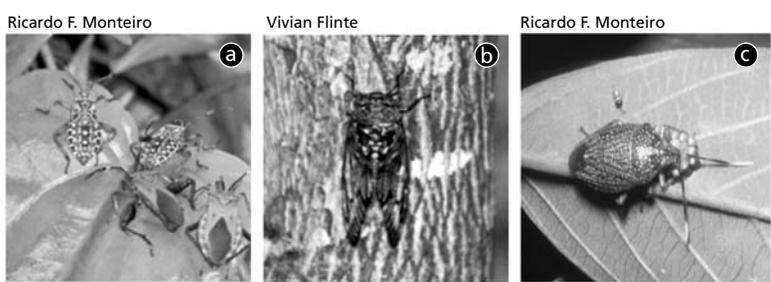


Figura 4.6: Hemiptera: perceijos (a) e cigarras (b). As fêmeas de algumas espécies de perceijos permanecem sobre os ovos e muitas vezes cuidam da prole até os últimos estádios de suas ninfas (c).



ATIVIDADE

O sucesso dos besouros

2. Tente listar algumas razões para o enorme sucesso dos besouros, com base nas características que você aprendeu nesta e nas duas últimas aulas.

Lepidoptera

Riqueza de espécies: Lepidoptera (mariposas e borboletas; **Figura 4.3**) é a segunda maior ordem de insetos em termos numéricos, com cerca de 150.000 espécies descritas. Trata-se de uma das ordens mais estudadas e conhecidas, porque desde o início dos tempos esses animais têm atraído a atenção das pessoas. A característica morfológica distintiva dessa ordem é a cobertura de escamas em todo o corpo, inclusive nas asas.

O animal que normalmente chamamos traça é, na verdade, uma lagarta de mariposa. O losango cinza que vemos muitas vezes em casa é o casulo que a lagarta constrói e onde vive. A verdadeira traça é um inseto cinza-metálico sem asas, que encontramos no fundo das gavetas ou entre os livros, e é da ordem Thysanura.

Tamanho: O tamanho desses insetos varia muito: desde 3mm de envergadura das asas em *Nepticula microthierella*, da Europa, até quase 30cm, como é o caso de *Thysania agrippina* do Brasil, com 28cm.

Alimentação e hábitos: Biologicamente, assim como morfológicamente, os lepidópteros são talvez a ordem mais uniforme dentro dos holometábolos. Os adultos, com algumas poucas exceções, alimentam-se de néctar, seiva fermentada de frutos ou produtos similares. As larvas de quase todas as espécies alimentam-se de folhagem, flores ou frutos de angiospermas e gimnospermas. A enorme importância econômica da

ordem vem exatamente do fato de lagartas de muitas espécies serem pragas agrícolas. Parece que praticamente todas as plantas superiores são hospedeiras de, pelo menos, uma espécie de lepidóptero. Há espécies que realizam grandes migrações como, por exemplo, a borboleta monarca, *Danaus plexippus*, que voa em bandos, migrando do Canadá ao México, onde hiberna.

Outras características: Os ovos são depositados geralmente sobre ou perto das plantas hospedeiras das lagartas, isoladamente ou em grupos, e uns poucos são depositados no solo. As larvas se movimentam utilizando os três pares de pernas torácicas e até cinco pares de falsos pés abdominais. Em geral, as larvas são solitárias, mas há espécies que apresentam hábitos gregários, o que também serve como mecanismo de defesa. A maioria das larvas de mariposas, antes de empupar, fabrica um casulo com seda secretada pelas glândulas salivares que, em contato com o ar, endurece. Há espécies que enrolam folhas para fazer o casulo, e outras juntam várias folhas próximas, sempre utilizando a seda para dar forma a ele. Em geral, as larvas de lepidópteros empupam em lugares abrigados, sob pedras, troncos caídos, folhas, em fendas ou até mesmo sob o solo. Muitas pupas de borboletas se grudam a uma folha ou galho de cabeça para baixo. A maioria dos lepidópteros apresenta apenas uma geração por ano, normalmente passando o inverno como larva ou pupa. Porém, há espécies com duas ou mais gerações anuais, e outras levam de dois a três anos para completar uma geração.

Hymenoptera

Riqueza de espécies: Os himenópteros (formigas, vespas e abelhas; **Figura 4.4**) constituem a terceira maior ordem dos insetos, com aproximadamente 108.000 espécies, mas acredita-se que esse número esteja, na verdade, em torno de 150.000, se considerarmos as muitas espécies pequenas de parasitóides a serem descobertas. A maioria dos himenópteros apresenta uma “cinturinha” característica, que é uma constricção no abdômen, e uma maneira fácil de reconhecer a maior parte dos membros deste grupo.

Em contraste com outras ordens, muitos himenópteros são benéficos para a agricultura, principalmente através da polinização. Além disso, muitas espécies de himenópteros parasitóides têm sido usadas como um controle biológico dos maus eficazes, especialmente no caso de pragas introduzidas. A abelha do mel, *Apis mellifera*, está entre os poucos insetos domesticados, sendo extremamente importante na polinização de muitas espécies de plantas e também na produção de mel, cera e própolis (que é, na realidade, resultante da mistura dos dejetos das abelhas com resinas de plantas).

Tamanho: Os menores himenópteros medem em torno de 0,5mm e, em geral, são parasitóides de outros insetos; os maiores, algumas vespas, atingem até 12cm de comprimento.

Você já ouviu falar que a mamangava ou mamangá é um besouro? Mas não é! Na verdade, as mamangavas são abelhas grandes e escuras. Assim, esses animais pertencem à ordem Hymenoptera, e não são “besourões”, como muitas pessoas acreditam.

Alimentação e hábitos: Larvas de grupos mais primitivos geralmente são fitófagas ou xilófagas (alimentam-se de madeira). As demais larvas quase sempre se alimentam de mel ou pólen; o mel, que tanto apreciamos, na verdade é produzido pelas abelhas para alimentar suas larvas. As larvas dos himenópteros parasitóides, que correspondem praticamente à metade das famílias da ordem, alimentam-se dos tecidos internos do hospedeiro. Há também muitas espécies que induzem galhas em folhas, caules e, mais raramente, em frutos. Como adultos, muitos himenópteros consomem néctar ou pólen, como as abelhas e as mamangavas. Porém, existem também adultos que são predadores e caçam pequenos insetos como, por exemplo, algumas espécies de vespas e de formigas. Abelhas, formigas e muitas espécies de vespas vivem em grandes colônias de regime social complexo. Muitos himenópteros sociais constroem ninhos para abrigar e criar sua prole, utilizando, para isso, cera, terra, resina, celulose, excremento de gado, folhas ou pedaços de galhos, dependendo da espécie.

Outras características: Os himenópteros fitófagos põem os ovos sobre plantas onde haja alimento para as larvas. Os himenópteros sociais constroem ninhos e põem os ovos em alvéolos onde as larvas são alimentadas pelas operárias ou pela própria fêmea. Os himenópteros parasitóides, dependendo da espécie, põem seus ovos sobre ou no interior de seu hospedeiro. Em Hymenoptera, os machos, quando presentes, são

gerados por meio da partenogênese, a partir de ovos não fertilizados, e são haplóides, enquanto as fêmeas diplóides são geradas a partir de ovos fecundados. Esse modo de reprodução é chamado arrenotoquia. Depois da cópula, o esperma é armazenado na espermateca, onde pode permanecer por um longo período, e sua liberação é controlada pela fêmea. Esse controle de fertilização pela fêmea permite **RAZÕES SEXUAIS** incomuns, que podem ser extremas em espécies sociais, em que um número relativamente pequeno de machos é gerado apenas uma ou poucas vezes ao ano.

RAZÃO SEXUAL é a proporção de machos e fêmeas em uma população. A razão sexual na maioria das espécies é de 1:1, ou seja, um macho para cada fêmea.

Diptera

Riqueza de espécies: Os dípteros (moscas e mosquitos; **Figura 4.5**) são a quarta maior ordem de insetos, com aproximadamente 85.000 espécies descritas, mas podem ser considerados um dos grupos dominantes de insetos devido à sua extrema abundância. Por causa de seu tamanho geralmente pequeno e por viver em habitats pouco conhecidos, parece provável que o número de espécies exceda 150.000. Os dípteros distinguem-se de outros insetos por apresentarem apenas o par anterior de asas; o segundo par é muito reduzido e transformado em halteres, que funcionam como órgãos de equilíbrio durante o vôo. Pernilongos, borrachudos, mutucas, moscas-dos-estábulo e outros são hematófagos (alimentam-se de sangue) e constituem sérias pragas para o homem e demais animais. Muitos dos dípteros hematófagos, como o mosquito *Aedes aegypti*, são vetores importantes de doenças. Contudo, alguns dípteros, como a mosca-das-frutas, *Drosophila melanogaster*, são muito utilizados para experimentos no campo da Genética, por serem fáceis de criar – o número de prole é grande e o ciclo de vida é rápido.

Tamanho: Em geral, os dípteros medem entre 6 e 10mm de comprimento, mas podem variar de 0,5mm até 6cm. No Brasil, temos o mosquito-pólvora (*Culicoides sp.*), com 1 a 2mm de comprimento, um dos menores dípteros conhecidos. No outro extremo, temos *Mydas heros*, também do Brasil, com 60mm de comprimento e 85mm de envergadura.

Alimentação e hábitos: Os dípteros incluem predadores, parasitas e parasitóides, mas a maioria das espécies é saprófaga. Algumas espécies se alimentam de flores; outras poucas têm algum papel na polinização de plantas. As larvas de dípteros ocorrem em muitos tipos de habitats, mas uma grande proporção delas vive na água: rios, lagoas, lagos, poças

temporárias, água salobra e alcalina. As larvas que se alimentam de plantas vivem, em geral, no interior de algum tecido da planta como minadoras, galhadoras ou brocadoras. As larvas predadoras podem viver na água, no solo, sob a casca de árvores ou sob pedras, e até mesmo sobre a vegetação. As larvas costumam se alimentar de matéria vegetal ou animal em decomposição. Os adultos alimentam-se de diversos líquidos de plantas ou animais, como o néctar, a seiva ou o sangue, mas existem também espécies predadoras.

O mosquito que suga nosso sangue é sempre uma fêmea. Apenas elas apresentam o hábito hematófago e precisam do sangue para a maturação dos seus ovos. Os machos são fitófagos e se alimentam de néctar.

O mosquito *Aedes aegypti* é transmissor da dengue e da febre amarela. Ele é facilmente reconhecível por apresentar listras brancas no corpo e nas pernas. As fêmeas, hematófagas, possuem hábito diurno e procuram locais de água parada e relativamente limpa para colocar seus ovos. A fêmea coloca os ovos um pouco acima do nível da água, onde eles resistem a até oito meses de dessecação; as larvas e pupas são aquáticas e respiram através de um sifão. As larvas alimentam-se de matéria orgânica, bactérias, fungos e protozoários existentes na água. Em condições favoráveis (temperaturas de 25°C a 29°C), a duração do ciclo, desde a oviposição até a emergência do adulto, é de dez dias. A transmissão da doença se dá quando fêmeas infectadas pelo vírus picam o homem. O vírus se multiplica nas glândulas salivares do mosquito e, quando ele pica, injeta um pouco de sua saliva antes de sugar o sangue, infectando o homem. A prevenção pode ser feita evitando-se deixar expostos à chuva vasos, pneus e outros recipientes que possam acumular água, reduzindo a disponibilidade de locais para a fêmea do mosquito colocar seus ovos. É importante ressaltar que o mosquito não é o único culpado nessa história. Devemos lembrar que o próprio homem, desmatando as áreas naturais, possibilita que epidemias como estas surjam, que nada mais são do que reflexo do desequilíbrio do meio ambiente. Mais informações sobre a dengue você encontra nos postos de saúde ou nos sites na internet:

<http://www.ac.gov.br/saude/dengue/ciclo.html>

<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/dengue.htm>

http://www.sucen.sp.gov.br/doencas/dengue_f_amarela/texto_denguecopia.htm

Outras características: Os ovos, pequenos e ovais, são colocados individualmente ou em pequenas massas. Geralmente, são postos próximos ou sobre o alimento, de modo que, ao eclodirem, as larvas logo o encontrem. O desenvolvimento larval em muitas famílias é extremamente rápido, com muitas gerações por ano. A larva empupa no próprio substrato ou a curtas distâncias dele, onde prevaleçam condições mais secas. As pupas podem ser fixas ou móveis e, geralmente, ficam envoltas por algum tipo de casulo. Os adultos costumam ter longevidade curta, de alguns dias a semanas, com casos de formas tão efêmeras que nem se alimentam. Enxames aéreos, como os que vemos muitas vezes próximos à água, são massas de machos em dança de corte.

Hemiptera

Riqueza de espécies: Hemiptera (percevejos, cigarras, cigarrinhas; **Figura 4.6**) é a quinta maior ordem dos insetos, com cerca de 55.000 espécies descritas. Esta ordem está dividida em duas subordens: Homoptera e Heteroptera. A primeira inclui as cigarras e cigarrinhas, cujos adultos podem ser facilmente diferenciados dos Heteroptera por apresentarem os dois pares de asas membranosas e, geralmente, possuírem ocelos, além de olhos compostos. Na segunda estão os percevejos, as maria-fedidas e as baratas-d'água. Quando adultos, estes insetos apresentam o par anterior de asas do tipo hemiélitro, em que a base da asa é élitro e a parte mais apical é membranosa, e a maioria não possui ocelos. Em muitas classificações, essas duas subordens são consideradas duas ordens separadas, sendo os Heteroptera então chamados Hemiptera.

Tamanho: Os maiores hemípteros pertencem à família Belostomatidae, que são conhecidos como baratas-d'água e podem atingir 15cm de comprimento. Os menores chegam a medir apenas um milímetro, embora a média gire em torno de um centímetro.

Alimentação e hábitos: A maioria possui hábito terrestre, mas há muitas espécies aquáticas e semi-aquáticas. Os homópteros se alimentam quase exclusivamente dos fluidos internos da planta, como a seiva. Os heterópteros incluem uma minoria de espécies predadoras e de ectoparasitas, mas a maior parte é fitófaga. Algumas espécies (como o barbeiro, que transmite a doença de Chagas) são hematófagas. As espécies aquáticas, que vivem na coluna d'água ou na superfície, em geral são predadoras. Tanto as ninfas como os adultos desta ordem costumam se alimentar de forma muito semelhante.

Outras características: Algumas espécies fitófagas depositam seus ovos sobre folhas e outras fazem posturas endofíticas, ou seja, dentro do tecido vegetal. Muitas espécies possuem glândulas odoríferas e, quando perturbadas, exalam um cheiro desagradável, razão do nome maria-fedida. Algumas espécies de percevejos e de baratas-d'água apresentam cuidado parental, protegendo seus ovos. As fêmeas de alguns percevejos permanecem sobre os ovos e muitas vezes cuidam da prole até os últimos estádios das ninfas. Já em muitas espécies de baratas-d'água, a fêmea prende os seus ovos no dorso do macho, que os carrega até a eclosão das ninfas (**Figura 4.7**).



Figura 4.7: Em algumas espécies de barata-d'água, é o macho que cuida dos ovos, carregando-os no dorso.



ATIVIDADE

Reconhecendo as principais ordens

3. Agora que você aprendeu mais alguns aspectos importantes sobre cada uma das principais ordens, tente identificá-las, relacionando as colunas a seguir:

- | | |
|------------------------------------------|-----------------|
| 1. abdômen com constrictão | () Diptera |
| 2. asas anteriores do tipo élitro | () Homoptera |
| 3. asas membranosas cobertas por escamas | () Coleoptera |
| 4. asas anteriores do tipo hemiélitro | () Hymenoptera |
| 5. um par de asas e um de halteres | () Heteroptera |
| 6. presença de ocelos, asas membranosas | () Lepidoptera |

AS DEMAIS ORDENS

Você acabou de conhecer as cinco principais ordens de insetos e algumas de suas características mais importantes. Sendo essas ordens as mais ricas em espécies, elas são as mais prováveis de você encontrar na sua casa, em seu jardim e em qualquer passeio. Assim, se você e seus alunos encontrarem um desses insetos, será fácil apontar suas características mais interessantes. As demais ordens estão ilustradas na **Figura 4.8**. Se quiser relembrar alguma delas, consulte a Aula 23 de Diversidade Biológica dos Protostomados. Afinal, não é nossa intenção que você saiba de cor todos os grupos, mas que conheça um pouco sobre os principais e tenha noção da variedade de ordens nos insetos.

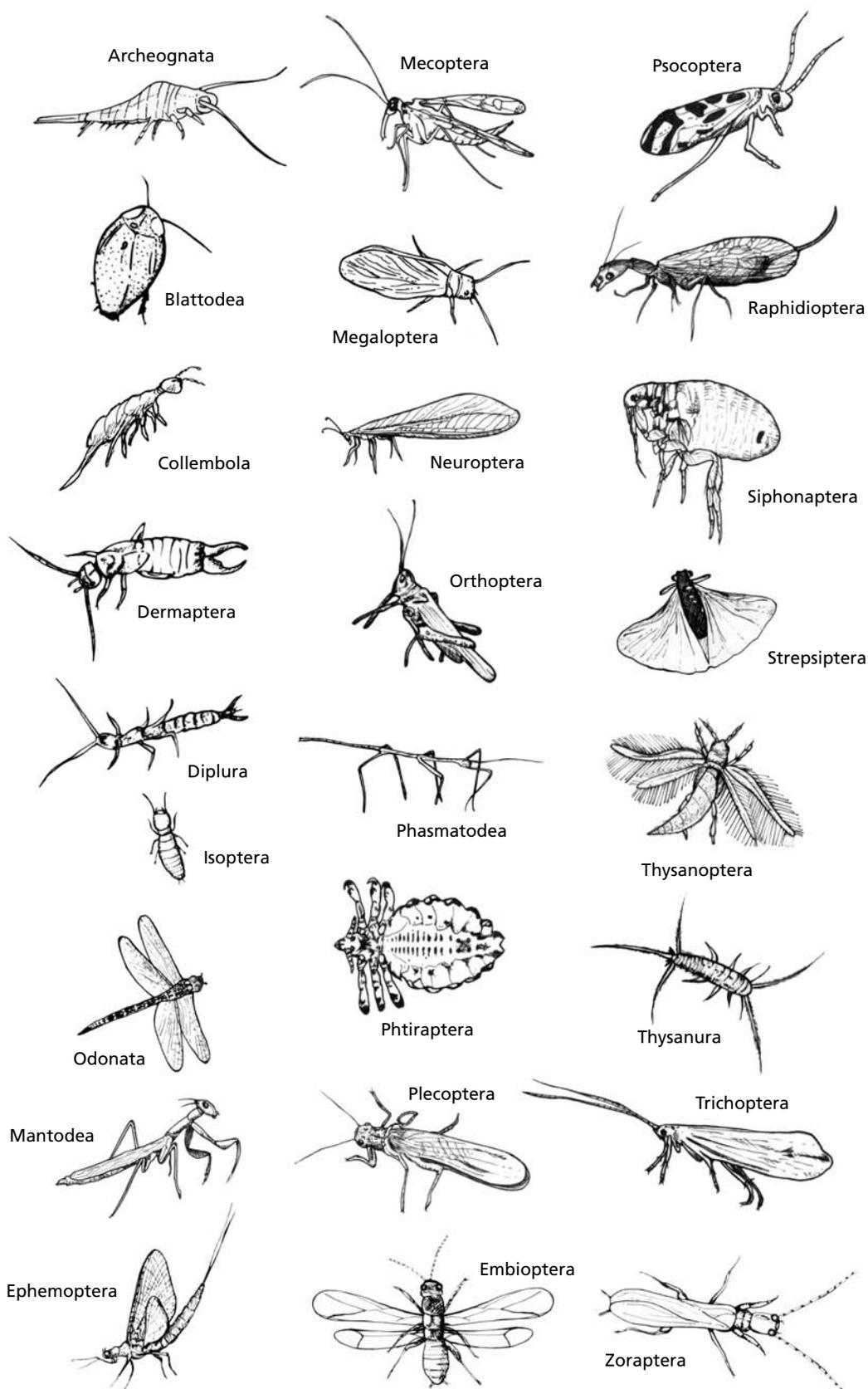


Figura 4.8: As demais ordens de insetos.

RESUMO

Existem várias classificações propostas dentro do grupo de insetos, mas a maioria dos especialistas considera cerca de 30 ordens. Aproximadamente um milhão de espécies já foram descritas. No que diz respeito ao número de espécies, a ordem Coleoptera (besouros) é a maior, com mais de 300.000 espécies, seguida pelas ordens Lepidoptera (borboletas e mariposas), Hymenoptera (formigas, abelhas e vespas), Diptera (moscas e mosquitos) e Hemiptera (percevejos e cigarras).

ATIVIDADES FINAIS

1. Pegue uma caderneta, um lápis e vá passear. Procure ir a um jardim, a um parque, a uma floresta ou até a um terreno baldio. Tente encontrar cinco membros de ordens *diferentes* de insetos. Observe, calmamente, o que estão fazendo; eles podem estar se alimentando, acasalando ou simplesmente se locomovendo. Busque saber de que e como se alimentam, em que estágio de vida estão, qual o seu tamanho, se apresentam algum mecanismo de defesa ou qualquer outro aspecto biológico ou comportamental. Você pode procurar informações também na internet ou em livros. Feito tudo isso, elabore uma ficha para cada das espécies que você encontrou, com figura(s) e os dados que coletou, de forma organizada. Esse material poderá até ser usado em sala de aula no futuro! Colocamos um exemplo de uma ficha (Anexo 1) um pouco mais elaborada, para você ter idéia de como organizar os seus dados. É importante lembrar que sempre se deve adequar a linguagem de um trabalho à série em que os alunos estão.

Algumas dicas: use um tipo de letra que seja nítido; utilize folha tamanho A4 mais grossa, para evitar desgaste rápido durante o manuseio; proteja a ficha com Contact transparente, se desejar. Se puder fazer no computador, você pode usar, por exemplo, o Word ou o Power Point no Windows e, se preferir, o Open Office Impress no Linux. É claro que se não tiver acesso a computador e/ou impressora, você pode elaborar as fichas lançando mão de materiais e recursos de que disponha: cartolina ou papel-cartão (cortados em tamanho A4), caneta hidrocor, gravuras de revistas ou livros, fotos, esquemas etc.

2. Você se lembra do primeiro exercício desta aula, no qual colocou os nomes vulgares para os insetos da **Figura 4.1**? Uma maneira prática para se identificar grupos taxonômicos é por meio de chaves dicotômicas. Como você aprendeu na Aula 13 de Diversidade Biológica dos Protostomados, a chave dicotômica é um método de classificação que consiste em duas alternativas a cada passo do processo de identificação. Agora, entre na chave dicotômica das principais ordens de insetos (Anexo 2) e descubra o nome da ordem de cada um da **Figura 4.1**. Comece pelo item 1, que terá duas opções, a e b. O seu inseto só vai se encaixar em uma das descrições. Ao final da descrição correta (a ou b de cada item), estará indicado o próximo item que você deve ler, por exemplo, item 6. Este item terá também duas opções, 6a e 6b, e você escolhe a que melhor se encaixa para o inseto. No final da descrição correta, estará o número do item a que você deve ir em seguida. E assim por diante, até achar a ordem do seu inseto. A chave apresentada não abrange todas as ordens de insetos, mas inclui quase 3/4 deles. Chaves completas você poderá achar com facilidade na internet ou em livros de Entomologia (ciência que estuda os insetos), como os sugeridos em nossa bibliografia. O gabarito desta atividade encontra-se ao final da chave dicotômica.

SUGESTÃO DE ATIVIDADE

Esta é uma atividade simples, para você recapitular alguns conceitos importantes das três últimas aulas; é uma boa sugestão para trabalhar os insetos com seus alunos em sala de aula.

Quem sou eu?

Se os insetos falassem, aqui estão algumas frases que diriam. Tente descobrir que inseto estaria falando, relacionando as frases nos balões aos insetos da figura a seguir.

1. Tenho olhos compostos enormes e, apesar de possuir apenas um par de asas, vôo muito bem.

2. Minhas asas anteriores são muito duras, e eu vivo andando pelas plantas à procura de pulgões, dos quais eu e minhas larvas nos alimentamos.

3. Sugo sangue de animais vertebrados para produzir meus ovos, e minhas asas batem tão rápido que produzem um zunido característico.

4. A base da minha asa anterior é membranosa e a parte apical é coriácea; sugo seiva de plantas e, quando alguém tenta me pegar, solto um cheiro muito ruim.

5. Pareço-me com uma borboleta, e também sugo meu alimento, usando uma probóscide, mas tenho hábito noturno.

6. Caço minhas presas no ar e coloco meus ovos na água, onde minhas ninfas, também predadoras, se desenvolvem.

7. Posso rapidamente fugir saltando; possuo um longo ovipositor para enterrar meus ovos no solo e produzo sons com o atrito de minhas pernas posteriores com as asas anteriores.

8. Meu ovipositor é transformado em ferrão, que uso para me defender, e tenho uma "cinturinha" muito fina.

9. Alimento-me internamente em uma folha, deixando uma marca de alimentação que representa meu caminho nela.

10. Minhas ninfas podem ficar vários anos enterradas no solo, sugando a seiva das raízes; minha época de reprodução é o verão, quando canto para atrair parceiros.

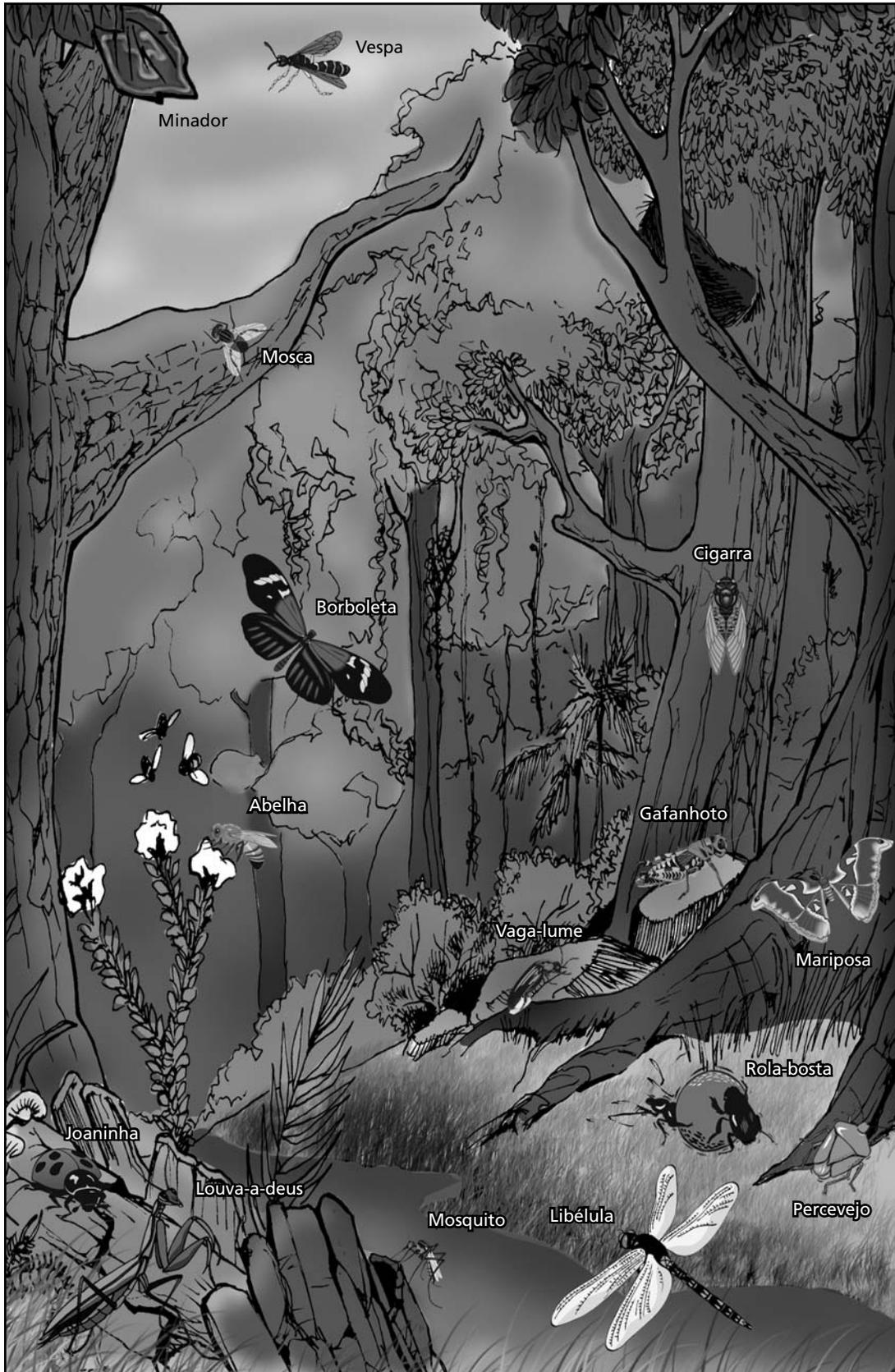
11. Sou importante para a ciclagem de nutrientes, já que eu e minhas larvas nos alimentamos de excrementos de animais vertebrados.

12. No final do meu abdômen, produzo luz, que serve para eu me comunicar com outros de minha espécie por meio de um piscar exclusivo nosso.

13. Quando larva, só como folhas, mas agora que sou adulto, meu alimento favorito é o néctar.

14. Sou de uma casta que coleta o pólen das flores para produzir uma substância muito adocicada e nutritiva para alimentar as larvas de minha colônia.

15. Fico parado em cima das plantas, só esperando por uma presa, que, quando se aproxima, eu capturo com minhas pernas raptorais.





RESPOSTAS

Atividade 1

Não é nossa intenção que você se torne um especialista na identificação de insetos, até porque a identificação de gênero ou espécie só pode ser feita precisamente por um especialista de determinado grupo de insetos. Porém, é conveniente que você se familiarize com os nomes dos táxons e tenha noção da grande diversidade de ordens e famílias nos insetos. No exercício anterior, temos o seguinte resultado: A2, B10, C11, D1, E6, F5, G12, H3, I4, J7, K3, L9, M8, N4, O3, P3, Q2. Se você errou alguns, não se preocupe, pois ainda vimos muito pouco sobre os diversos grupos de insetos. Vamos conhecê-los melhor nesta aula.

Atividade 2

Em grande parte, o sucesso evolutivo de Coleoptera parece ser devido à proteção contra traumas, conferida pelo seu corpo muito esclerosado e compacto e pelas suas asas anteriores muito endurecidas, chamadas élitros. Além disso, são insetos com desenvolvimento holometábolo, que, como você estudou na Aula 2, parece ser vantajoso em termos evolutivos, e, na maioria das vezes, são pequenos e apresentam ciclo de vida curto.

Atividade 3

Os dípteros (moscas e mosquitos) podem ser reconhecidos por apresentarem o segundo par de asas reduzido, formando halteres. Os homópteros (cigarras e cigarrinhas) adultos apresentam, além dos olhos compostos, ocelos; possuem dois pares de asas membranosas. Já os heterópteros (percevejos, marias-fedidas e baratas-d'água) podem ser reconhecidos pelas asas do tipo hemiélitro, enquanto os coleópteros (besouros) apresentam asas do tipo élitro. A maioria dos himenópteros (formigas, vespas e abelhas) pode ser facilmente reconhecida pela presença de uma "cinturinha" no abdômen. Por fim, os lepidópteros (borboletas e mariposas) apresentam as asas e o corpo cobertos por escamas, muitas vezes bastante coloridas. Assim, a numeração da segunda coluna é: 5, 6, 2, 1, 4, 3.

Sugestão de atividade

1) mosca; 2) joaninha; 3) mosquito; 4) percevejo; 5) mariposa; 6) libélula; 7) gafanhoto; 8) vespa; 9) minador; 10) cigarra; 11) rola-bosta; 12) vaga-lume; 13) borboleta; 14) abelha; 15) louva-a-deus.

ANEXO 1 (Frente)



Adulto de *R. palegon* alimentando-se de néctar de flores.

A borboleta *Rekoa palegon*

Classificação taxonômica

Reino: Animalia
Filo: Arthropoda
Classe: Insecta
Ordem: Lepidoptera
Família: Lycaenidae
Gênero: *Rekoa*
Espécie: *Rekoa palegon*

Como se desenvolve esta borboleta?

Sendo um inseto holometábolo, *R. palegon* apresenta quatro estágios de desenvolvimento: ovo, larva, pupa e adulto. As larvas passam por três estádios e precisam de 23 dias para completar seu desenvolvimento. A duração do estágio de pupa é de dez dias.



A lagarta de *R. palegon* fica camuflada nas flores das quais se alimenta.

Do que se alimenta?

Os adultos de *R. palegon*, como a maioria das borboletas, se alimentam de néctar das flores. As larvas alimentam-se de flores de quase toda família de plantas Asteraceae. *Rekoa palegon* pode ser encontrada principalmente no outono e inverno, época na qual a maior parte de suas plantas hospedeiras floresce.

ANEXO 1 (Verso)

Coloração críptica

Após a eclosão, as larvas apresentam coloração amarelada e começam a se alimentar de botões florais. À medida que crescem, vão adquirindo a cor do botão da espécie de planta da qual estão se alimentando e se tornam crípticas. Se larvas jovens forem transferidas para outra espécie de planta, elas adquirem a cor do botão desta nova planta. Se forem mais maduras, as larvas adquirem uma coloração intermediária entre a cor do botão do qual estavam inicialmente se alimentando e do outro para o qual foram transferidas. A mudança na coloração ocorre dentro de três a cinco dias após a transferência para uma nova planta hospedeira, mas a nova cor fica mais evidente após a muda. Portanto, a coloração não é determinada geneticamente, o que seria chamado de polimorfismo. O fenômeno de variação influenciada pelo meio tem sido chamado de policromatismo ou polifenismo.

Associação com formigas

Várias espécies de formigas foram observadas em associação com as lagartas de *R. pategon*. Com auxílio das antenas, as formigas apalpam uma glândula no abdômen das lagartas, que libera uma substância açucarada da qual se alimentam. Devido a essa retribuição das lagartas, as formigas as defendem de todos os tipos de inimigos naturais, incluindo os parasitóides. É por isso que a taxa de parasitismo das lagartas não é mais de 5%, o que é considerado bem baixo.

Distribuição geográfica



A distribuição de *R. pategon* vai do sul do Texas até a Argentina.

Bibliografia

Monteiro, R.F. 1990(91). Cryptic larval polychromatism in *Rexia marius* Lucas and *R. pategon* Cramer (Lycaenidae: Theclinae). *Journal of Research on the Lepidoptera* 29(1-2): 77-84.

ANEXO 2**CHAVE DICOTÔMICA**

Esta chave, elaborada por nós, serve para determinar as principais ordens de insetos (adultos).

1a. Insetos com asas	2
1b. Insetos sem asas	14
2a. Segundo par de asas presente e membranoso.....	3
2b. Segundo par de asas ausente ou reduzido em forma de halteres	DIPTERA (moscas e mosquitos)
3a. Dois pares de asas membranosas	4
3b. Primeiro par de asas não-membranosas.....	9
4a. Aparelho bucal mastigador ou sugador não-perfurante	5
4b. Aparelho bucal sugador perfurante	HEMIPTERA (Homoptera) (cigarras e cigarrinhas)
5a. Asas e corpo cobertos por escamas, geralmente coloridas	LEPIDOPTERA (borboletas e mariposas)
5b. Asas diferentes das descritas	6
6a. Abdômen com constricção, lembrando uma “cinturinha”	HYMENOPTERA (formigas, vespas e abelhas)
6b. Abdômen sem tal constricção	7
7a. Antenas curtas, setáceas	ODONATA (libélulas)
7b. Antenas compridas	8
8a. Corpo semelhante a gravetos ou folhas.....	PHASMATODEA (bicho-pau)
8b. Corpo diferente do descrito	ISOPTERA (cupins)
9a. Cercos em forma de pinças.....	DERMAPTERA (tesourinhas)
9b. Cercos, quando presentes, diferentes da forma descrita	10
10a. Asas anteriores parcial ou totalmente endurecidas, coriáceas	11
10b. Asas anteriores pergamináceas.....	12
11a. Asas anteriores do tipo hemiélitro, aparelho bucal sugador	HEMIPTERA (Heteroptera) (percevejos, baratas-d’água)
11b. Asas anteriores do tipo élitro, aparelho bucal mastigador.....	COLEOPTERA (besouros)
12a. Pernas anteriores raptorais.....	MANTODEA (louva-a-deus)
12b. Pernas anteriores locomotoras.....	13
13a. Pernas posteriores saltatoriais.....	ORTHOPTERA (gafanhotos, grilos, esperanças)
13b. Pernas posteriores locomotoras	BLATTODEA (baratas)
14a. Cercos em forma de pinça	DERMAPTERA (tesourinhas)
14b. Cercos, quando presentes, diferentes da forma descrita	15

15a. Três pares de pernas locomotoras.....	17
15b. Presença de, pelo menos, um par de pernas modificadas.....	16
16a. Pernas escansoriais ou na forma preênsil.....	PHTIRAPTERA (piolhos)
16b. Pernas posteriores saltatorias.....	SIPHONAPTERA (pulgas)
17a. Presença de cercos longos e um filamento mediano.....	THYSANURA (traças)
17b. Cercos, quando presentes, curtos	18
18a. Abdômen com constrictão, como uma “cinturinha”, antenas geniculadas.....	HYMENOPTERA (formigas)
18b. Abdômen sem tal constrictão, antenas moniliformes ou filiformes	19
19a. Corpo semelhante a gravetos ou folhas.....	PHASMATODEA (bicho-pau)
19b. Corpo diferente do descrito.....	ISOPTERA (cupins)

GABARITO DA CHAVE DICOTÔMICA PARA OS INSETOS DA FIGURA 4.1

A. Hemiptera (Heteroptera). Passos: 1a - 2a - 3b - 9b - 10a - 11a.

B. Dermaptera. Passos: 1a - 2a - 3b - 9a.

C. Thysanura. Passos: 1b - 14b - 15a - 17a.

D. Coleoptera. Passos: 1a - 2a - 3b - 9b - 10a - 11b.

E. Odonata. Passos: 1a - 2a - 3a - 4a - 5b - 6b - 7a.

F. Lepidoptera. Passos: 1a - 2a - 3a - 4a - 5a.

G. Phtiraptera. Passos: 1b - 14b - 15b - 16a.

H. Phasmatodea. Passos: 1b - 14b - 15a - 17b - 18b - 19a.

I. Hymenoptera. Passos: 1b - 14b - 15a - 17b - 18a.

J. Diptera. Passos: 1a - 2b.

K. Mantodea. Passos: 1a - 2a - 3b - 9b - 10b - 12a.

L. Siphonaptera. Passos: 1b - 14b - 15b - 16b.

M. Isoptera. Passos: 1b - 14b - 15a - 17b - 18b - 19b.

N. Hymenoptera. Passos: 1a - 2a - 3a - 4a - 5b - 6a.

O. Orthoptera. Passos: 1a - 2a - 3b - 9b - 10b - 12b - 13a.

P. Blattodea. Passos: 1a - 2a - 3b - 9b - 10b - 12b - 13b.

Q. Hemiptera (Homoptera). Passos: 1a - 2a - 3a - 4b.

Sites recomendados

ALLPET Roaches: Blattodea. Disponível em: <<http://www.angelfire.com/oh2/Roaches/>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

BUGBIOS: entomological database of very cool bugs. Disponível em: <<http://www.insects.org/entophiles/index.html>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

CICLO de Vida do Mosquito. Disponível em: <<http://www.ac.gov.br/saude/dengue/ciclo.html>>. Acesso em:

COMBATE a Dengue: o mosquito transmissor. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/dengue.htm>>. Acesso em: 09 maio 2005.

COLEOPTERA. Disponível em: <<http://vidal.med.puc.cl/coleoptera.html>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

CIENCIA y Tecnología: la insignia. Disponível em: <http://www.lainsignia.org/2003/diciembre/cyt_011.htm>. Acesso em: 26 ago. 2004.

DISCORVER Life. Disponível em: <<http://www.discoverlife.org/>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

ENTOMOLOGICAL Society of Victoria. What Is an insect? <<http://home.vicnet.net.au/~vicento/educ.htm>>. Acesso em: 26 ago. 2004.

FOLTZ, John L. Insect Orders and Common Families. Disponível em: <<http://eny3005.ifas.ufl.edu/lab1/>>. Acesso em: 26 ago. 2004.

HOLE, Robert B. Biologybase: covering the world of life. Disponível em: <<http://www.interaktv.com/INVERTS/InsectO.html>>. Acesso em: 26 ago. 2004.

INVESTIGATING Insect orders. Disponível em: <<http://www.bioquest.org/EStanley/insects.html>>. Acesso em: 26 ago. 2004.

MCPHILIMY, Darren. Insect photos. Disponível em: <<http://free-stock-photos.com/animal/insect-pictures-insects.html>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

SHAROV, Alexei. Virtual Insects and a Spider. Disponível em: <<http://www.ento.vt.edu/~sharov/3d/virtual.html>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

THE INSECT Orders. Disponível em: <<http://www.earthlife.net/insects/orders.html>>. Acesso em: 25 ago. 2004.

USSUI, Claudia Antonia; BARATA, Eudina Agar. Dengue e febre amarela. Disponível em: <http://www.sucen.sp.gov.br/doencas/dengue_f_amarela/texto_denguecopia.htm>. Acesso em: 09 maio 2005.

Interação de insetos com outros organismos: o que eles nos ensinam?

AULA

5

Meta da aula

Descrever os diferentes tipos de interação que podem ocorrer entre os seres vivos, indicando os resultados dessas interações para as espécies relacionadas, reconhecendo nessa abordagem a riqueza de oportunidades para o trabalho na Educação Básica.

objetivos

Esperamos que, após o estudo do conteúdo desta aula, você seja capaz de:

- Descrever os tipos de interações que podem ocorrer entre dois seres vivos.
- Distinguir os benefícios ou os prejuízos que cada tipo de interação causa para as espécies envolvidas.
- Dar exemplos, com insetos, de cada um dos tipos de interação.
- Demonstrar que os insetos representam excelente material para abordar questões sobre o funcionamento dos ecossistemas.

Pré-requisito

É importante ter estudado a Aula 3, porque você deverá relembrar os principais hábitos alimentares dos insetos.

INTRODUÇÃO

Todos os organismos que vivem no mesmo local e no mesmo período de tempo interagem com outros. As interações podem ocorrer quando dois organismos consomem o mesmo tipo de alimento, utilizam um mesmo recurso físico do ambiente (como a luz, por exemplo) ou quando um organismo representa uma fonte de recurso energético para o outro, como predadores e presas. Você já viu que os insetos apresentam um grande número de espécies com os mais diversificados hábitos. Dessa maneira, eles estão interagindo o tempo todo com várias espécies de plantas e animais, e em diferentes níveis tróficos. Este fato torna os insetos um excelente material de estudo para vários temas em Ciências e Biologia. De forma simplificada, duas populações em interação podem influenciar ou não uma à outra, mas, quando interagem, a interação pode ser benéfica ou prejudicial.

OS TIPOS DE INTERAÇÃO

Os vários tipos de interação podem ser visualizados mais facilmente se colocarmos um sinal positivo para quando a população de uma espécie é beneficiada pela interação, e um sinal negativo para quando a população de uma determinada espécie é prejudicada (Tabela 5.1). Os tipos de interação listados a seguir não são exclusivos para insetos, podendo ser aplicados para todos os seres vivos.

Tabela 5.1: Tipos de interação que podem ocorrer entre populações de duas espécies

Tipo de interação	População da espécie A	População da espécie B
Predação	+	-
Parasitismo	+	-
Parasitoidismo	+	-
Competição	-	-
Mutualismo	+	+
Comensalismo	+	0
Amensalismo	-	0

Você já viu, na Aula 3, alguns exemplos citados a seguir, mas agora vai poder classificar em que tipo de interação cada exemplo citado anteriormente se encaixa.

Na predação, uma população de uma espécie é beneficiada (predador), enquanto a outra é prejudicada (presa) pela interação.

Na predação, necessariamente há morte da presa, uma vez que esta representa o alimento do predador.

No parasitismo, também uma população é beneficiada (parasita) e a outra é prejudicada (hospedeiro). O hospedeiro é prejudicado, mas normalmente não é levado à morte, a não ser que haja superinfestação, o que não é a situação mais comum.

O parasitoidismo é uma interação intermediária entre predação e parasitismo. Os parasitóides apresentam características morfológicas semelhantes aos parasitas como, por exemplo, menor tamanho e ciclo de vida mais curto que o de seu hospedeiro. Já a semelhança entre parasitóides e predadores está no fato de que ambos matam as suas presas para alimentação.

No mutualismo, as duas espécies são beneficiadas pela interação. Exemplos de mutualismo são muito comuns entre os insetos, principalmente as formigas.

No comensalismo, uma espécie é beneficiada, enquanto a outra nem é beneficiada nem prejudicada pela interação.

No amensalismo, para uma das espécies também não há prejuízo ou benefício, enquanto a outra é prejudicada.

Na competição, as duas espécies possuem algum prejuízo com a interação, porque ambas utilizam o mesmo recurso, e este é limitado, podendo ser alimento ou até mesmo um fator ambiental como luz ou água. Embora uma das populações possa ser competitivamente superior, uma inibe a outra e, assim, a interação é negativa para as duas populações envolvidas. Na competição, pode ocorrer confronto direto pelo recurso, como, por exemplo, quando há defesa do território. Ao mesmo tempo, as populações das espécies envolvidas na competição não precisam demonstrar comportamentos agressivos, como no caso em que o consumo de determinado recurso por uma população diminui a disponibilidade dele para a outra população competidora, sem confronto direto entre ambas.

A competição não ocorre somente entre espécies diferentes. Assim, é chamada intra-específica, quando ocorre entre indivíduos de uma mesma espécie, e inter-específica, quando ocorre entre indivíduos de espécies diferentes.



ATIVIDADES

Reconhecendo os tipos de interação

1. Qual dos exemplos abaixo apresenta interações nas quais uma espécie é beneficiada e a outra é prejudicada?

- a. () Predação e mutualismo
- b. () Parasitismo e amensalismo
- c. () Parasitismo e predação
- d. () Parasitismo e competição

Repensando as interações na Educação Básica

2. A partir dessa pequena introdução, você já pode pensar em alguns conteúdos da Educação Básica que você poderá explorar bem, se tiver domínio do tema Interação. Assinale abaixo os temas em que o conhecimento sobre interações pode ajudá-lo, como professor, a desenvolver. Justifique sua resposta.

- () Interações ecológicas
- () Cadeias tróficas
- () Equilíbrio ecológico
- () Biodiversidade
- () Controle biológico
- () Adaptação

Na Aula 3, você já começou a ver algumas formas pelas quais os insetos interagem com outros organismos na Natureza. Vamos agora organizar essas relações em função de seus efeitos sobre as populações e dos tipos de organismos envolvidos. Não é nosso objetivo tratar de forma aprofundada todas as interações, mas detalhar um pouco mais as interações com insetos que mais comumente podem ser encontradas e demonstradas na Natureza.

COMO OS INSETOS INTERAGEM COM AS PLANTAS?

Diferentemente do que aparece na charge, nem todas as interações entre insetos e plantas são prejudiciais para estas. Você já viu que os insetos herbívoros são aqueles que se alimentam de material vegetal vivo. A interação entre insetos e plantas é uma das interações ecológicas de maior importância na Natureza, pois representa a base de muitas cadeias alimentares.



Existem três tipos de interação entre insetos herbívoros e a sua planta hospedeira: parasitismo, predação e mutualismo. A definição da interação vai depender dos efeitos que uma população provoca na outra. Agora vamos ver cada um desses tipos de interação utilizando o sistema inseto-planta.

Quando o inseto prejudica a planta, sem matá-la: Parasitismo

Quando um inseto consome folhas, flores, frutos etc., mas normalmente não causa a morte da planta, dizemos que o inseto está parasitando a planta. Assim, a interação é classificada como *parasitismo*.

Como você viu na Aula 3, os insetos fitófagos podem alimentar-se externamente ou internamente, sendo chamados, respectivamente, ectoparasitas e endoparasitas. Assim, os insetos galhadores, minadores e brocadores são parasitas das suas plantas hospedeiras, bem como são parasitas os insetos fitófagos que se alimentam externamente, mastigando os tecidos da planta. Na **Figura 5.1**, você pode observar algumas galhas induzidas por insetos.



Figura 5.1: As galhas podem apresentar várias formas e tamanhos.

A alimentação dos insetos minadores pode formar minas lineares ou expandidas. Nas lineares, pode ser observado o caminho feito ao longo do desenvolvimento do inseto (Figura 5.2.a). As minas expandidas possuem aspecto de manchas e são formadas quando a larva se alimenta em todas as direções (Figura 5.2.b e c).



Figura 5.2: Tipos de minas: (a) mina linear; (b) e (c) minas expandidas.

Os exemplos vistos anteriormente referem-se à alimentação interna. Os insetos que se alimentam externamente são os mais familiares, e suas marcas de alimentação podem ser observadas facilmente quando olhamos as plantas ao nosso redor. A Figura 5.3 mostra algumas marcas de alimentação de insetos feitas em diferentes partes das suas plantas hospedeiras.

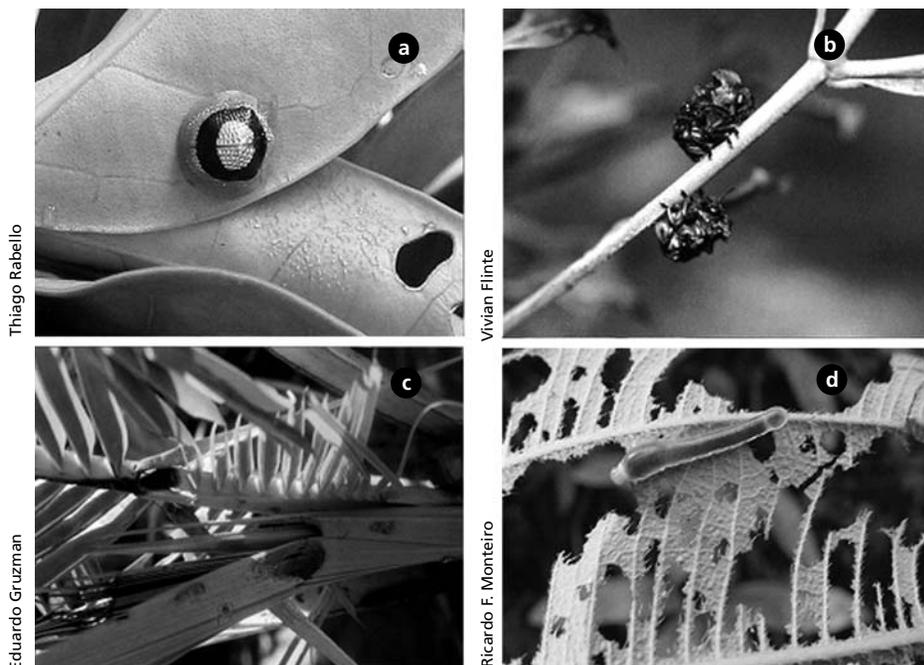


Figura 5.3: Alguns exemplos de marcas de alimentação feitas por insetos: (a) *Charidotis sp.* alimentando-se de folhas; (b) *Fulcidax mostrosa* alimenta-se raspando o caule da planta hospedeira; (c) marca de alimentação de larvas do besouro *Mecistomela marginata*, que se alimenta do broto de palmeiras; (d) marcas da alimentação de uma lagarta.

Quando o inseto prejudica a planta, matando-a: Predação

Quando o inseto alimenta-se de sementes, a interação é chamada *predação*, pois, ao se alimentar da semente, o inseto está causando a morte de um futuro indivíduo. Assim, um inseto, mesmo alimentando-se de material vegetal, pode ser chamado de *predador de sementes* (Figura 5.4). As sementes apresentam uma grande quantidade de nutrientes, e os seus principais grupos predadores são Coleoptera, Lepidoptera, Hemiptera. Por exemplo, larvas do besouro *Pachymerus nucleorum* são predadoras de sementes de palmeiras, enquanto os adultos dessa espécie alimentam-se de néctar e pólen.



Figura 5.4: Predação de sementes pelo besouro *Pachymerus nucleorum*: (a) larva no interior do coco; (b) orifício de saída dos adultos.

Quando a planta ajuda o inseto e o inseto ajuda a planta: Mutualismo

O terceiro tipo de interação entre os insetos *fitófagos* e suas plantas hospedeiras é o *mutualismo*. No mutualismo, há benefício mútuo para a planta e o inseto que estão participando da interação.

Os exemplos clássicos de mutualismo são a polinização e a dispersão. Na polinização, ao visitar as flores, o inseto fica com pólen aderido ao corpo, transferindo-o de um indivíduo para outro. Assim, o inseto tem participação fundamental para uma fase muito importante do ciclo de vida da planta, que é a reprodução. Para um inseto polinizador, a planta pode oferecer recompensas, como o néctar, por exemplo. Algumas plantas podem ter partes coloridas na flor, que funcionam como verdadeiras pistas de pouso e indicação de onde está o néctar. É claro que, para chegar ao néctar, o inseto tem o seu corpo “sujo” com pólen (Figura 5.5).



Rafael Cury

Figura 5.5: Borboletas da espécie *Heliconius sara* visitando inflorescência no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (Macaé, RJ).

A interação entre um inseto e sua planta hospedeira pode ser tão íntima que o mutualismo torna-se obrigatório, como é o caso das vespas-do-figo. Para cada espécie de figo, há uma espécie de vespa especializada que se desenvolve dentro dele. Na ausência da vespa, a planta hospedeira não consegue se reproduzir.

Os insetos também podem ser mutualistas, ao dispersarem as sementes da sua planta hospedeira. Além de dispersar, alguns insetos enterram as sementes, como é o caso da interação entre formigas e certas plantas que produzem estruturas chamadas elaiossomas (**Figura 5.6**). Os elaiossomas são corpúsculos de carboidratos e proteínas que ficam presos nas sementes e servem de fonte de alimento para as formigas.

Eles podem ter tamanho, cor e forma variados, e possuem substâncias que atraem as formigas que, então, carregam

a semente para os seus ninhos. Larvas e adultos de formigas alimentam-se do elaiossoma, descartando as sementes intactas. Sendo assim, a formiga dispersa as sementes e evita que elas fiquem expostas ao ataque de predadores na superfície.

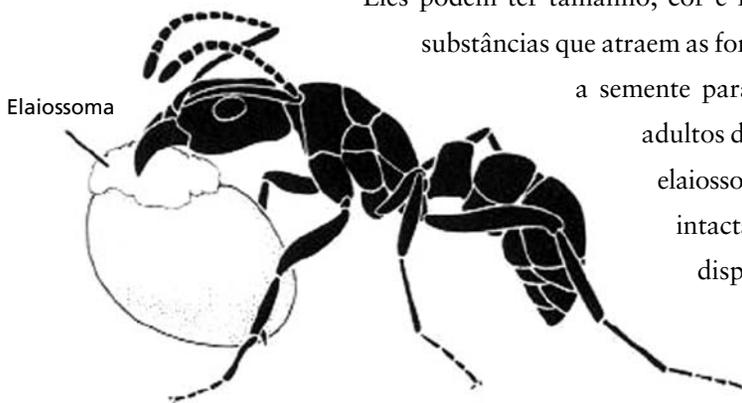


Figura 5.6: Formiga carregando a semente pelo seu elaiossoma. (Fonte: Gullan & Cranston. *The Insects: an outline of entomology*.)

Os insetos também podem proteger as plantas do ataque de outros herbívoros. Um caso muito interessante é o da associação entre formigas e plantas do gênero *Acacia* (Figura 5.7). Esta planta hospedeira possui nectários extraflorais, que produzem secreções açucaradas atraentes às formigas. Além disso, possui corpos beltianos, que são pequenos nódulos nutritivos encontrados nas folhas ou no caule. Dessa forma, as formigas possuem alimento e também abrigo, uma vez que a planta possui partes ocas, onde os ninhos podem ser construídos. Por seu lado, a planta se beneficia da proteção que as formigas lhe oferecem contra outros herbívoros, ou mesmo contra plantas (trepadeiras, por exemplo) que possam estar competindo com a sua planta hospedeira. Algumas formigas apresentam comportamento bastante agressivo contra outros organismos que estejam em sua hospedeira.

Os insetos, juntamente com outros animais, também beneficiam a planta indiretamente, ao contribuir para a formação das camadas do solo e para sua aeração.

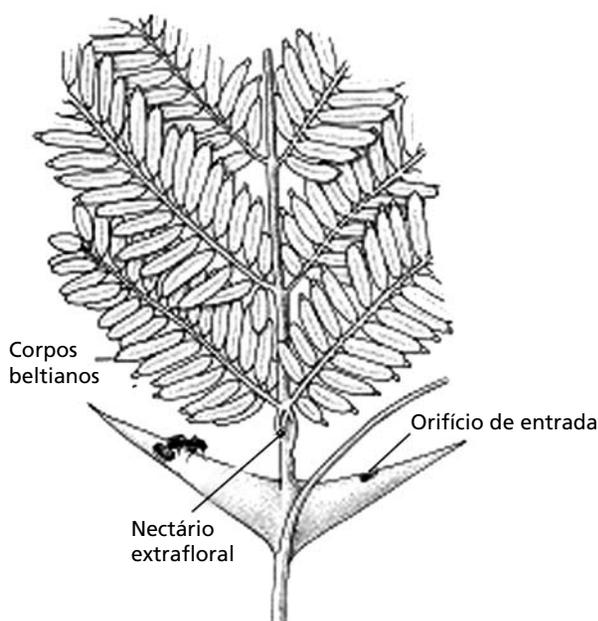


Figura 5.7: Esquema da planta hospedeira do gênero *Acacia* mostrando as estruturas utilizadas para atração das formigas. (Fonte: Gullan & Cranston. *The Insects: an outline of entomology*.)



ATIVIDADE

Interação inseto-planta

3. Você já sabe que os insetos representam 66% das espécies animais e que mais da metade é fitófaga; assim, é muito fácil encontrar um inseto sobre uma planta.

Interações entre insetos e plantas são sempre prejudiciais para as plantas? Por quê?

Como as plantas se defendem dos insetos?

Uma planta apresenta defesa contra herbívoros quando possui características que impedem ou reduzem o ataque deles. As defesas das plantas incluem três tipos principais: proteção mecânica, substâncias que reduzem a digestibilidade e toxinas que repelem os herbívoros ou provocam sua morte.

Entre as defesas mecânicas ou físicas estão os espinhos e pequenos pêlos chamados tricomas. Essas estruturas podem estar presentes na epiderme de várias partes das plantas. Ao toque de nossa mão, uma folha com pêlos pode ser inofensiva, mas, para pequenas lagartas, tais pêlos podem representar uma barreira eficaz para impedir a alimentação do inseto.

Um outro tipo de defesa é a presença de compostos que inibem a digestão do inseto e, por isso, são chamados redutores de digestibilidade. Os efeitos dependem da quantidade ingerida pelo animal. Os compostos redutores de digestibilidade são celulose, hemicelulose, sílica e ligninas.

Os compostos químicos que podem ser tóxicos para alguns animais podem ou não ter outras funções no metabolismo da planta. Essas toxinas, que aparentemente não têm papel metabólico, são chamadas compostos secundários, que podem ser produzidos e estocados em tecidos que sejam vulneráveis como, por exemplo, as folhas novas. Diferente dos redutores de digestibilidade, os compostos

secundários agem mesmo em quantidades muito pequenas e são muito tóxicos para os herbívoros. Os alcalóides, terpenóides e aminoácidos tóxicos são exemplos de compostos secundários.

Algumas plantas produzem substâncias de defesa em resposta a algum dano causado pelo herbívoro, já outras apresentam essas substâncias normalmente nos seus tecidos. Além disso, a mesma planta pode ter vários tipos de defesa como, por exemplo, as que possuem pêlos glandulares que produzem substâncias prejudiciais aos herbívoros, unindo, assim, defesas físicas e químicas.

Ao mesmo tempo que as plantas apresentam defesas contra os herbívoros, os animais também desenvolvem defesas mecânicas, bioquímicas e mesmo comportamentais para ultrapassar essas defesas. Besouros e lagartas, por exemplo, podem fazer cortes nas nervuras da folha para que o látex esorra; este comportamento é chamado de *sabotagem do látex*.

As plantas podem comer insetos?

As chamadas plantas carnívoras, na verdade, seriam mais bem classificadas como insetívoras, pois, na sua maioria, apresentam tamanho pequeno, capturando somente pequenos animais, quase todos insetos. Como as plantas insetívoras fabricam o seu próprio alimento, os insetos capturados complementam a sua alimentação.

As plantas insetívoras podem usar diferentes métodos de captura e digestão como, por exemplo, produzindo substâncias viscosas às quais o inseto fica aderido. Já outras plantas podem movimentar-se, aprisionando o inseto dentro das duas folhas. Outras podem ter locais onde são armazenados líquidos, nos quais os insetos caem e são digeridos (Figura 5.8).



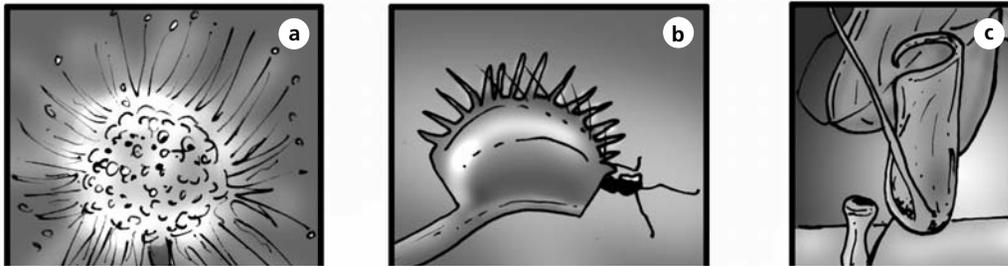


Figura 5.8: Diferentes estratégias que as plantas insetívoras podem utilizar para capturar os insetos: (a) substâncias viscosas; (b) folhas com projeções que se fecham e não deixam o inseto escapar; (c) urnas com líquidos, nos quais os insetos caem e são digeridos. (Fonte: Gullan & Cranston. *The Insects: an outline of entomology*.)

COMO OS INSETOS INTERAGEM COM OUTROS INSETOS E COM OUTROS GRUPOS ANIMAIS?

Nos tópicos anteriores, você viu exemplos de interação inseto-planta. Contudo, também devido à grande abundância e à diversidade dos insetos, eles interagem não somente com as plantas, mas com outros grupos animais, principalmente com outros insetos.

Quando um ajuda o outro: mutualistas

Pulgões (Homoptera) e formigas apresentam uma interação do tipo mutualista. As formigas fazem uma espécie de ordenha, tocando pulgões com as antenas e, em troca, eles liberam uma substância açucarada que serve de alimento para elas. Já os pulgões são beneficiados pela proteção oferecida pelas formigas. Além de substâncias químicas de reconhecimento, o abdômen do pulgão se assemelha à cabeça da formiga (Figura 5.9). O mesmo tipo de interação pode ser observado entre lagartas e formigas, ou seja, ambas obtêm benefício da interação, uma vez que a lagarta ganha proteção, e a formiga, alimento, pois a lagarta também produz uma substância açucarada.

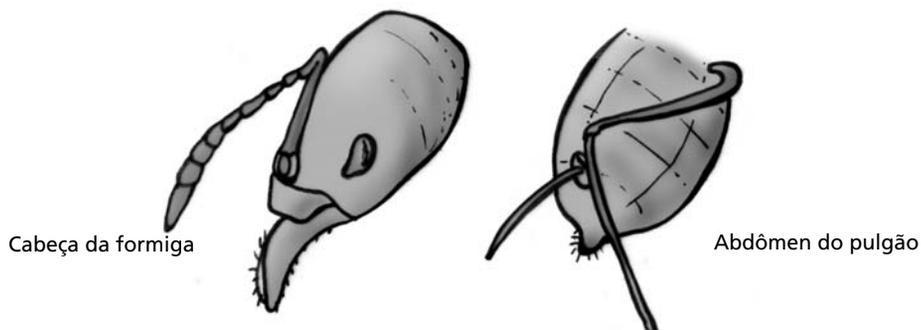


Figura 5.9: Semelhança entre o abdômen do pulgão e a cabeça da formiga.

Outro exemplo de mutualismo é o encontrado entre protozoários flagelados do gênero *Trichonympha* e cupins. Os protozoários vivem no intestino dos cupins e são responsáveis pela digestão da celulose; recebem alimento farto e abrigo.

Os insetos mais temidos por nós: parasitas

Como você já viu na Aula 3, os insetos mais conhecidos como parasitas de animais são as pulgas, os mosquitos e os piolhos, cujo alimento é o sangue dos seus hospedeiros. Mas lembre-se de que nem todos os insetos causam prejuízo ao homem e aos animais domésticos. Informações sobre a importância dos insetos para o equilíbrio do ecossistema podem ser obtidas ao final desta aula.

Os insetos podem ser parasitas, mas também podem ser parasitados por outros animais como, por exemplo, ácaros e nematódeos, que são parasitas externos e internos, respectivamente.

Matando seus hospedeiros: parasitóides

É muito comum encontrar insetos que são parasitóides de outros insetos (Figura 5.10). Como você estudou na Aula 3, os insetos parasitóides podem se desenvolver externamente ou internamente no corpo de seu hospedeiro, sendo que o segundo caso é o mais comum. Contudo, mesmo os que se alimentam internamente podem empupar fora do corpo do hospedeiro. Os principais insetos parasitóides pertencem às ordens Hymenoptera e Diptera. Além disso, um inseto pode ser parasitóide de um outro que, por sua vez, também é parasitóide, levando, assim, à formação de teias tróficas muito complexas. Essas teias tróficas complexas são comuns entre insetos galhadores, suas plantas e seus inimigos naturais (Figura 5.11).



Figura 5.10: Lagarta mede-palmos com ectoparasitóides (indicado pela seta).

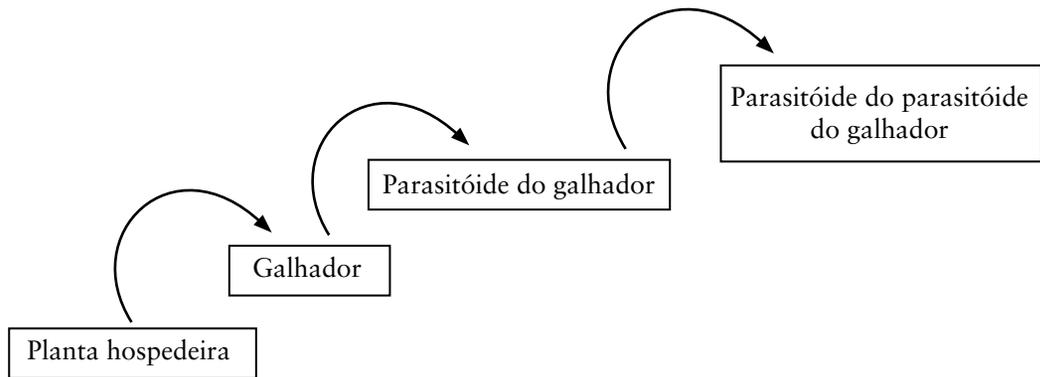


Figura 5.11: As interações entre insetos galhadores e parasitóides podem formar teias complexas. Imagine a complexidade que seria gerada se, neste exemplo, fossem colocadas mais espécies de plantas e insetos.

Por exemplo, os ovos do besouro *Mecistomela marginata* têm as vespinhas *Chrysocharodes rotundiventris* (Hymenoptera) como parasitóides (Figura 5.12.a). Adultos de vespa são foréticos, ou seja, “pegam carona” no corpo dos besouros adultos. Quando a fêmea do besouro coloca ovo, a vespa coloca os seus ovos dentro do ovo do besouro, onde as larvas se alimentam e empupam; depois emergem os adultos, que são de vida livre. Assim, em vez de nascer uma larva do besouro, nascem vários adultos do parasitóide (Figura 5.12.b). Observe que, como a maioria dos parasitóides, essa vespa é realmente muito pequena (Figura 5.12.a).

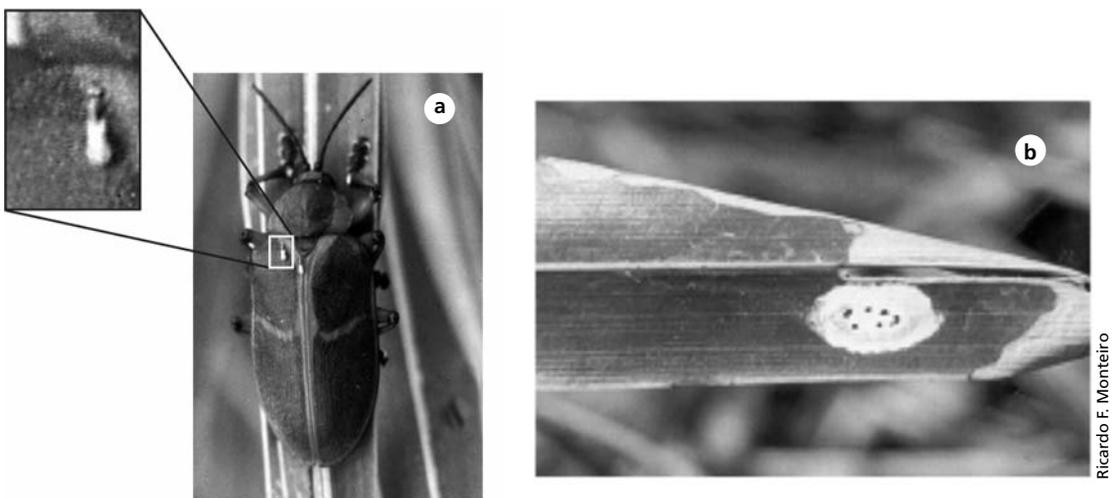


Figura 5.12: (a) Vespa sobre o corpo de uma fêmea; (b) ovo do besouro mostrando vários orifícios de saída das vespas parasitóides.

MATANDO SUAS PRESAS: PREDADORES

Como você verá com mais detalhes na Aula 6, os insetos podem ser predadores de outros insetos. Os insetos predadores são principalmente os besouros, vespas, formigas-leão, libélulas e percevejos.

Um exemplo é a barata-d'água, que é um dos principais insetos predadores dos ambientes aquáticos. Suas fortes pernas anteriores e seu aparelho bucal intimidam qualquer presa. Embora tenha esse nome popular, a barata-d'água, na verdade, não é uma barata, pois pertence à ordem Hemiptera, ou seja, é um percevejo.

As vespas também são excelentes predadoras. Com o seu ferrão, elas inoculam substâncias que paralisam a presa. A vespa-caçadora enterra as suas presas para a postura dos ovos.

O louva-a-deus é um eficiente predador e utiliza suas fortes pernas raptorais para capturar as presas. Já as joaninhas são predadoras de pulgões (Homoptera). Para mais detalhes sobre as estratégias de ataque utilizadas pelos insetos, leia a Aula 6.

ATIVIDADE



Jogo dos oito erros

4. Observe a **Figura 5.13** e descubra os oito erros. Justifique a sua resposta.



Figura 5.13: Jogo dos oito erros.

IMPORTÂNCIA DOS INSETOS

Devido à sua enorme riqueza, à alta diversidade e à grande abundância, os insetos participam de vários níveis da cadeia alimentar, permitindo, assim, a sobrevivência de muitas outras espécies de animais. Na **Figura 5.14** é demonstrado um esquema de uma cadeia alimentar com insetos e aves. Contudo, normalmente as cadeias alimentares são bem mais complexas, envolvendo muitas espécies de animais e de plantas. Como os insetos apresentam uma grande diversidade de hábitos alimentares e podem servir como alimento para uma enorme variedade de inimigos naturais, a retirada desses animais das cadeias alimentares pode ter efeitos drásticos, até mesmo para o homem.

Os insetos saprófagos têm importante papel na degradação da matéria morta, facilitando a ação de decompositores. Desta maneira, a ação dos insetos também é importante para a formação do solo.

Além disso, como vimos anteriormente, os insetos são importantes na polinização e também na dispersão de sementes, atividades sem as quais seria inviável a manutenção da diversidade tal qual a vemos.

Ao longo desta aula, você viu como os insetos interagem praticamente com todos os grupos de seres vivos, e que essas interações são essenciais para a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas.

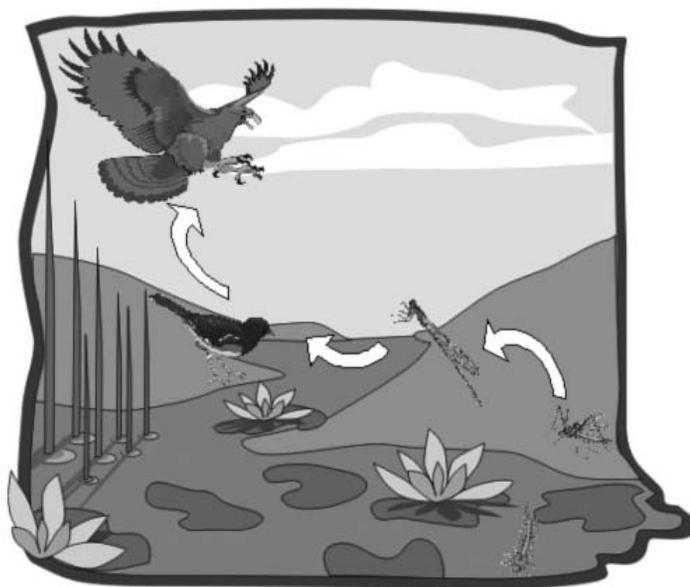


Figura 5.14: Os insetos são essenciais na maioria das cadeias alimentares. Neste exemplo, uma larva de mosquito (aquática) transforma-se em adulto (vida livre). O mosquito serve de alimento para a libélula, que, por sua vez, é predada pelo pássaro. Já este serve de alimento para a ave de rapina.

ATIVIDADES FINAIS

1. Preencha a **Tabela 5.2** com exemplos de interações nos diferentes hábitos alimentares dos insetos que você viu durante a aula. Lembre-se de que o hábito alimentar é aquilo que o animal consome, ou seja, tecido vegetal (os herbívoros), tecido animal (os carnívoros) ou matéria orgânica em decomposição (os saprófagos). Agora, o tipo de interação em relação ao seu alimento é identificado de acordo com o prejuízo/benefício das populações envolvidas na interação.

Tabela 5.2: Exemplos de interações nos diferentes hábitos alimentares dos insetos.

Hábito Alimentar	Interações	Exemplos
Herbívoros	Parasitismo	
	Predação	
	Mutualismo	
Carnívoros	Parasitismo	
	Parasitoidismo	
	Predação	

2. A proposta agora é que você desenhe duas cadeias alimentares contendo insetos e outros seres vivos. Não se esqueça de que, numa cadeia alimentar, a seta é colocada no sentido do organismo que está consumindo o outro, representando, assim, o fluxo de energia. Em caso de dúvida, olhe novamente a **Figura 5.14**.

Você, como futuro professor, pode colocar alguns exemplos de insetos, plantas e outros animais no quadro-negro e pedir que seus alunos montem cadeias alimentares de acordo com as interações que foram discutidas em sala. Esta atividade pode ser bem interessante para trabalhar conceitos como hábitos alimentares, fluxo de energia, interações, produtividade, entre outros. Outra opção é usar figuras de revistas e jornais para a construção de uma cadeia trófica e montá-las em um painel ou mural.



Lembre-se de que as cadeias alimentares com uma espécie em cada nível trófico são apenas uma forma simplificada de esquematizar as relações que unem as espécies pela alimentação. Na Natureza, várias espécies estão presentes em diferentes níveis tróficos, e uma mesma espécie certamente pode ser predada por mais de um predador ou consumir mais de uma espécie de presas, e assim por diante.

RESUMO

Todos os organismos que vivem no mesmo local e no mesmo período de tempo interagem com os outros. As interações entre duas espécies podem ter efeitos benéficos ou prejudiciais, e podem ser classificadas em predação, parasitismo, parasitoidismo, competição, mutualismo, amensalismo e comensalismo. Os insetos estão envolvidos com várias espécies de plantas e animais em diferentes níveis tróficos. Diferentemente do que muitas pessoas pensam, os insetos, na maioria dos casos, são extremamente importantes para a sobrevivência e reprodução das plantas, por exemplo, na polinização e na dispersão de sementes. Sendo assim, esses animais são vitais para a manutenção do equilíbrio dos ecossistemas, e sua retirada pode ter efeitos desastrosos. Compreender o papel desses animais na Natureza pode ser um caminho para o entendimento da teia de relações que mantém a vida.



RESPOSTAS

Atividade 1

A resposta certa é a letra c, pois tanto no parasitismo como na predação, uma das populações é beneficiada e a outra é prejudicada. Mutualismo, competição e amensalismo são interações do tipo ++, - - e - 0, respectivamente.

Atividade 2

Na verdade, o conhecimento sobre as interações entre insetos e outros organismos está relacionado com todos os temas citados nesta atividade. Devido a seu grande número de indivíduos e à diversidade de ambientes e hábitos alimentares, os insetos interagem praticamente com todos os grupos de plantas e animais, estando presentes em quase todas as *cadeias tróficas*. Assim, os insetos apresentam um papel muito importante na manutenção do *equilíbrio do ecossistema* e, conseqüentemente, na *biodiversidade* como um todo. As *interações ecológicas* que os insetos mantêm com diversos grupos de seres vivos também estão intimamente relacionadas com as *adaptações* que esses animais possuem, seja, por exemplo, para melhor aproveitamento do recurso ou como estratégia de defesa. Adaptações também podem facilmente ser estudadas em insetos, quando consideradas as características em relação ao meio abiótico. Além disso, as interações entre insetos inimigos naturais e suas presas ou hospedeiros podem ser aproveitadas na agricultura – o conhecido *controle biológico*.

Atividade 3

Como você viu, nem sempre os insetos prejudicam as plantas, pois eles podem polinizar, dispersar sementes e proteger as plantas contra inimigos naturais.

Atividade 4

Como você pôde perceber, os hábitos alimentares, características morfológicas e ambientes de alguns insetos da figura foram trocados. Os oito erros são:

- Louva-a-deus comendo folhas.
- Joaninha comendo folhas.
- Libélula com aparelho sugador.
- Libélula sugando néctar.
- Borboleta predando uma mosca.
- Bicho-pau predando um besouro.
- Percevejo com aparelho mastigador.
- Libélula adulta dentro d'água.

A joaninha e o louva-a-deus são insetos predadores, e não herbívoros. O percevejo apresenta aparelho bucal do tipo picador, e não mastigador, como está desenhado no jogo. Outros dois erros que podem ser observados são a libélula apresentando aparelho bucal mastigador e não se alimentando de néctar. Além disso, em estágio adulto ela não vive na água (somente suas ninfas são aquáticas). O bicho-pau e a borboleta são insetos que se alimentam de plantas, ou seja, fitófagos.

Atividades Finais

1. Os exemplos dos tipos de alimentação e interação citados no texto podem ser vistos na tabela a seguir. Caso você tenha pensado em algum outro exemplo que não foi citado, anote e pergunte ao seu tutor.

Tabela 5.3: Resumo dos exemplos de interações nos diferentes hábitos alimentares dos insetos

Hábito Alimentar	Interações	Exemplos
Herbívoros	Parasitismo	Endoparasitas: minas, galhas e brocas
		Ectoparasitas: mastigadores e sugadores
	Predação	Predação de sementes
	Mutualismo	Polinização
		Dispersão de sementes
		O inseto protege a planta contra herbívoros em troca de alimento e abrigo
Carnívoros	Parasitismo	Piolhos e pulgas
		Ácaros parasitas de insetos
		Nematódeos parasitas de insetos
	Parasitoidismo	Vespas parasitóides de ovos e larvas
	Predação	Barata-d'água predando insetos aquáticos e pequenos peixes
		Louva-a-deus predando outros insetos
		Joaninhas predando pulgões
		Vespa caçadora predando insetos e aranhas
		Plantas insetívoras

2. Uma cadeia alimentar pode ser construída usando-se somente insetos como consumidores (**Figura 5.11**) ou com a presença de consumidores de outros grupos, como você viu na **Figura 5.14**. As cadeias alimentares podem ser construídas de diferentes maneiras, utilizando várias espécies de plantas e animais. Assim, mostre a cadeia alimentar que você construiu e tire dúvidas com o seu tutor.

Sites recomendados

HOTTA, Carlos Takeski. Por que capturar insetos? Disponível em: <<http://www2.uol.com.br/cienciahoje/chc/chc135d2.htm>>. Acesso em: 16 maio 2005.

INTERAÇÃO entre insetos e plantas. Disponível em: <<http://www.insecta.ufv.br/Entomologia/ent/disciplina/ban%20160/AULAT/aula11/insetoplanta.html>>. Acesso em: 16 maio 2005.

KLEIN, Vera Lúcia Gomes; MASSARANI, Luisa. Plantas carnívoras existente. Disponível em: <<http://www2.uol.com.br/cienciahoje/che/carniv.htm>>. Acesso em: 16 maio 2005.

Defesa e ataque em insetos: aprendendo mais com os insetos

AULA 6

Meta da aula

Apresentar os principais tipos de estratégias de defesa e ataque que os insetos possuem, sugerindo formas de utilização do conteúdo em aulas do Ensino Básico.

objetivos

Esperamos que, após o estudo do conteúdo desta aula, você seja capaz de:

- Reconhecer os principais tipos de defesa que os insetos possuem contra seus inimigos naturais.
- Descrever as principais estratégias de ataque utilizadas por insetos predadores.
- Avaliar a importância das estratégias de defesa e ataque para a sobrevivência dos insetos.
- Relacionar o conteúdo da aula com o potencial dos insetos como ferramenta de ensino.

Pré-requisitos

Para que você acompanhe o conteúdo desta aula, é importante que tenha compreendido as Aulas 3, 4 e 5, a fim de relembrar os grupos de insetos, seus hábitos e interações.

INTRODUÇÃO

Devido ao tamanho pequeno, ao grande número de espécies e à grande variedade de hábitos, os insetos são fonte de alimento para muitos animais. Os insetos podem ser predados por aves, lagartos, mamíferos e mesmo por outros insetos. Como os predadores possuem uma grande variedade de táticas de caça, períodos de atividade e capacidades sensoriais, os insetos possuem diferentes formas de defesa, que foram selecionadas ao longo da história evolutiva.

Pode-se perceber que na Natureza será muito mais fácil observar não só as interações envolvendo insetos, mas também as formas de ataque e defesa desses animais. Essa facilidade de observar os insetos certamente representa uma ótima oportunidade para tratar de maneira correta alguns temas da Educação Básica que normalmente não vão além da citação de exemplos. O tema Adaptações é um ótimo exemplo. A partir de observações, os próprios alunos podem chegar a conclusões. E o campo para fazer tais observações? Vamos lembrar que insetos existem em todos os lugares, e muitos são de fácil criação; assim, o campo pode ser em um jardim, uma pracinha, um terreno baldio, um terrário montado em sua sala e outros lugares que vocês descobrirão.

As defesas dos insetos podem funcionar para evitar o reconhecimento pelo predador, ou seja, diminuir a probabilidade de encontro entre predador e presa, ou como uma chance de aumentar a sobrevivência da presa após o encontro com o predador. Ao mesmo tempo que as presas desenvolvem características que aumentam a sua sobrevivência, os predadores desenvolvem características que os tornam mais eficientes na localização e consumo da sua presa.

COMO OS INSETOS SE DEFENDEM?

Agora você poderá observar os principais tipos de estratégias de defesa que os insetos utilizam contra os seus inimigos naturais. Serão descritos alguns exemplos, e é interessante que durante a leitura você pense em outros de que já tenha ouvido falar, ou mesmo que já tenha observado.

Fugindo do inimigo natural

É o tipo de defesa mais comum, em que a presa pode correr, nadar, pular ou voar para escapar do predador. Um exemplo bem comum é o salto de grilos, gafanhotos e esperanças quando são incomodados por nós ou perseguidos pelos predadores. As borboletas e mariposas podem voar de forma irregular para evitar o ataque de pássaros e morcegos. Quando andamos na mata, é comum encontrarmos também lagartas penduradas em fios de seda chamados fios-guia. Quando atacada pelo predador, a lagarta se joga da planta, conseguindo retornar à mesma devido ao fio de seda que a prende (Figura 6.1).



Figura 6.1: Lagarta com fio-guia retornando para a planta hospedeira.

Vivendo em abrigos

Você já deve ter visto em alguma planta um grupinho de folhas unidas, não é mesmo? Provavelmente, ali estava vivendo alguma larva de inseto que constrói abrigos de folhas e seda (Figura 6.2). Esse tipo de estratégia é muito comum em lagartas de mariposas que vivem nesses abrigos quando jovens, enquanto os adultos não os constroem. Alguns insetos podem passar a vida toda no abrigo, e outros, somente alguns estágios do ciclo de vida. A vida no abrigo pode causar conflito com outras atividades essenciais como, por exemplo, a procura de alimento e a reprodução, uma vez que os insetos normalmente precisam deixá-lo para esse tipo de atividade.

A vida no abrigo pode ser problemática, uma vez que o predador pode criar uma *imagem de busca* do tipo de abrigo que a presa usa. Sendo assim, os insetos que vivem em abrigos não podem ser muito abundantes. Mas, como tudo na Natureza, há um balanço entre os custos e os benefícios para cada estratégia de defesa.

O que é uma imagem de busca?

Pense na seguinte situação: Você precisa encontrar um determinado objeto. É muito mais fácil você achar algo que já conhece do que algo que nunca viu antes, não é? Para um predador, acontece a mesma coisa, e isso é chamado de formação de imagem de busca ou aprendizado. Por exemplo, o predador que encontra uma presa que se esconde em um determinado tipo de abrigo passará a procurar outras presas no mesmo tipo de abrigo. Foi criada, então, uma imagem de busca para a captura de presas que usam esses abrigos.



Figura 6.2: Abrigos de folhas e seda construídos por lagartas.

Avisando: Coloração de advertência

A charge demonstra um outro tipo de defesa presente não só em insetos, mas em vários outros grupos animais. A *coloração de advertência* é o tipo de defesa na qual animais **IMPALATÁVEIS** possuem características morfológicas, cores ou outros sinais que são evitados pelos predadores. Esse tipo de defesa é chamado também de *aposematismo*, e os organismos que possuem essas características são chamados aposemáticos.



IMPALATÁVEIS

Diz-se dos organismos que não são comestíveis, ou seja, aqueles que, quando consumidos, provocam reações desagradáveis para os seus inimigos naturais. O consumo de uma presa impalatável pode causar, por exemplo, mal-estar para o predador.

Você já deve ter observado muitos insetos com as seguintes combinações de cores: vermelho e preto; amarelo e preto, branco e preto. Eles não chamaram a sua atenção? O mesmo acontece quando o predador observa um inseto com essas cores. Assim, essas espécies aposemáticas estão na dependência de demonstrar as suas características para alertar o predador sobre a característica desagradável. O predador aprende a evitar esse tipo de padrão que lhe faz mal. A presa pode causar, por exemplo, vômitos e irritação nos olhos do predador.

Sendo assim, essa defesa não é 100% eficiente, porque o predador precisa experimentar e rejeitar a presa. Contudo, uma vez que o predador aprendeu a evitar o consumo de presas com aquele determinado padrão, os indivíduos da espécie como um todo estão protegidos de futuros ataques.

Existem muitos exemplos de insetos aposemáticos (Figura 6.3). As joaninhas, por exemplo, são rejeitadas por pássaros e mamíferos. As borboletas do gênero *Heliconius* também provocam reações desagradáveis para os seus predadores (Figura 6.3.a). A larva da borboleta *Danaus*, ao se alimentar, incorpora substâncias tóxicas de sua planta hospedeira que são mantidas no corpo do adulto, tornando-o venenoso.

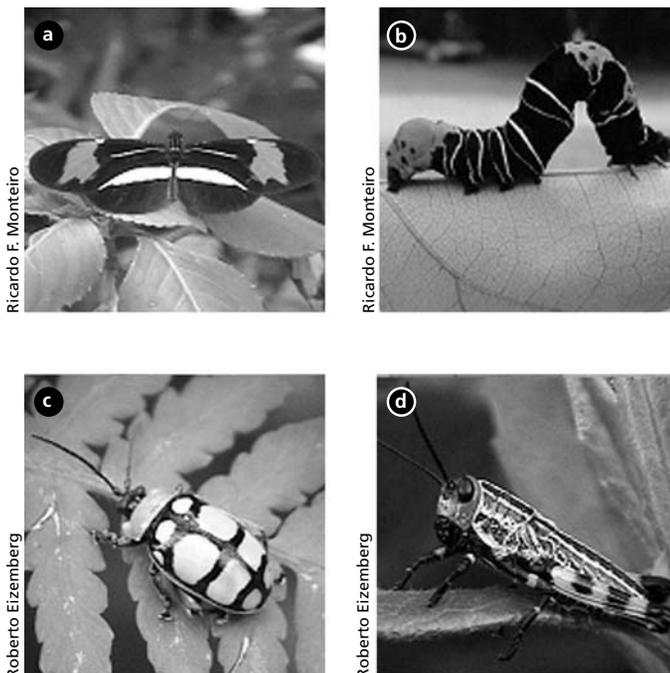


Figura 6.3: Aposematismo em borboleta do gênero *Heliconius* sp.(a), em lagarta (b); besouro (c); e em gafanhoto (d). No final desta aula, você encontrará esta figura em cores.

Assemelhando-se a outra espécie: Mimetismo

No mimetismo, um organismo comestível é semelhante a um que possui característica desagradável, ou seja, uma espécie que não tem nenhuma característica desagradável parece-se com uma espécie realmente impalatável. A espécie que está imitando é chamada *mimética* e a outra, a imitada, é chamada *modelo*. O mimético pode assemelhar-se em forma, cor ou comportamento (ou, normalmente, todas essas características combinadas) ao modelo.



Figura 6.4: Mariposa mimética de vespa. No final desta aula, você encontrará esta figura em cores.

Observe as asas e o abdômen do inseto da **Figura 6.4**. Parece uma vespa, não é mesmo? Mas, na verdade, esse inseto é uma mariposa! Isso mesmo, ela imita uma vespa, pois as vespas apresentam ferrão e são evitadas por muitos predadores. Como você viu na Aula 4, as vespas apresentam asas transparentes e uma cintura que separa o tórax do abdômen. A espécie de mariposa da figura imita as asas e a cintura de uma vespa por meio da coloração.

É interessante notar também que esse padrão não está restrito a somente um grupo de insetos. Podemos encontrar, por exemplo, besouros, abelhas e moscas com o mesmo padrão de listras amarelas e pretas (**Figura 6.5**). As espécies envolvidas nessa interação são beneficiadas porque o predador pode consumir somente um indivíduo de uma das espécies miméticas para aprender a evitar todas as outras espécies com o mesmo padrão.

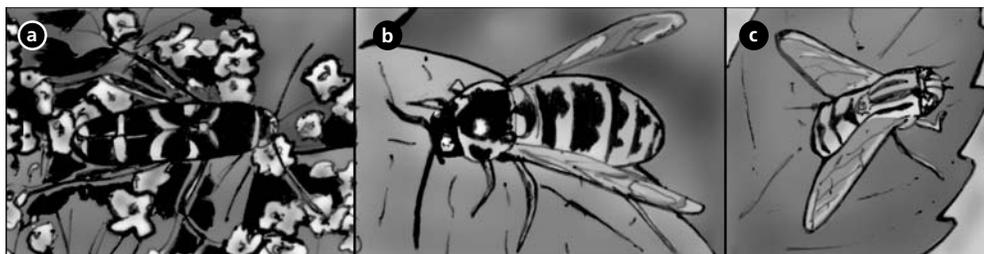


Figura 6.5: Besouro (a), abelha (b) e mosca (c) podem ter padrões de manchas parecidos. No final desta aula, você encontrará esta figura em cores.

ATIVIDADE



Observando uma estratégia de defesa no campo

1. Você vai ao campo com sua turma e um dos alunos aponta, assustado, uma enorme vespa preta pousada sobre a folhagem. Outro aluno, mais observador, comenta que ele nunca havia visto uma vespa com aparelho bucal picador-sugador e com aquela estranha divisão nas asas anteriores. Você, então, pede que ele observe com mais atenção e eles chegam à conclusão de que aquele inseto é, na verdade, um percevejo. Como explicar tal semelhança do percevejo com a vespa?

Camuflando-se no ambiente

Na camuflagem, o inseto se assemelha a características do ambiente onde vive. Um inseto pode estar camuflado simplesmente tendo a mesma coloração do ambiente, mas existem muitos exemplos sofisticados.

Os insetos podem se assemelhar a praticamente todas as partes das plantas. Talvez o exemplo mais comum seja o bicho-pau, que se parece com galhos de árvore. Além da forma, eles se movimentam muito devagar e podem mesmo simular um galho balançando ao vento. Existem também besouros e cigarrinhas que se parecem com espinhos e ficam numa posição que mesmo um pesquisador treinado tem dificuldade de observar. Vários grupos de insetos podem assemelhar-se a folhas verdes e folhas secas. Os insetos podem se camuflar também ao imitar fezes. Muitas larvas podem ser similares a fezes de pássaros, ou mesmo se cobrir com as suas próprias fezes.

A camuflagem é perfeita em muitos casos, como você pode observar na **Figura 6.6**.

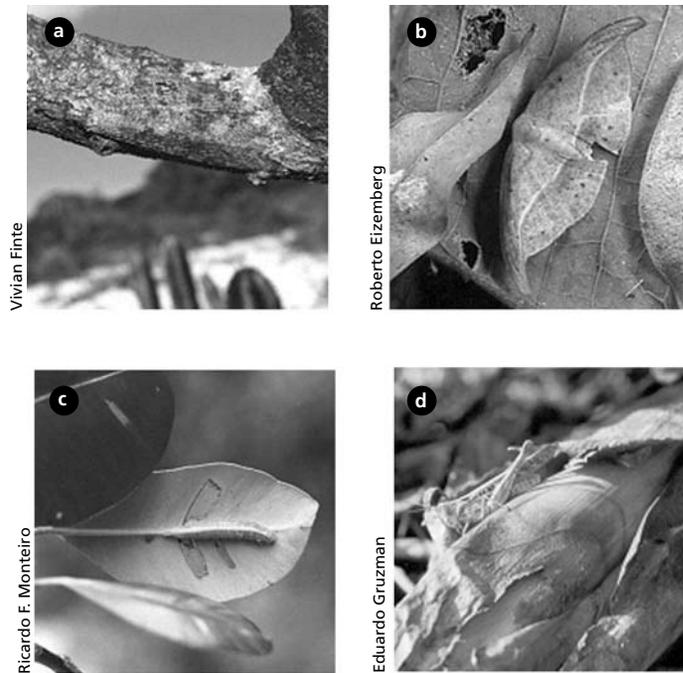


Figura 6.6: Os insetos podem estar camuflados de várias maneiras. (a) Neuroptera camuflado no tronco de árvore; (b) mariposa (no centro) camuflada como uma folha; (c) lagarta camuflada (note que a lagarta da figura apresenta uma linha no dorso que se assemelha muito à nervura da folha) e (d) gafanhoto. No final desta aula, você encontrará esta figura em cores.

ATIVIDADE



Camuflagem ou mimetismo?

2. A seguir são listados alguns exemplos de camuflagem e mimetismo. Coloque M para mimetismo e C para camuflagem.

- a) () Esperança que se assemelha a uma folha.
- b) () Louva-a-deus que imitam bicho-pau.
- c) () Borboleta semelhante a vespa.
- d) () Lagartas que imitam fezes de pássaros.
- e) () Gafanhoto que apresenta coloração semelhante a areia.

Entre a camuflagem e o mimetismo

A classificação anterior desses dois tipos de estratégias de defesa corresponde aos conceitos mais utilizados do ponto de vista didático. É o tipo de definição que você encontrará em livros, revistas, internet etc. É interessante explicar que alguns autores utilizam conceitos diferentes, baseando-se no livro clássico de Edmunds (*Defence in animals*), no qual muitos casos classificados aqui como camuflagem seriam exemplos de mimetismo. Segundo essa outra visão, a *camuflagem* ocorre somente quando o predador não consegue localizar a presa. Assim, quando o predador identifica a presa, mesmo que como algo não-comestível, é um caso de mimetismo. Por exemplo, segundo essa definição, quando o predador identificasse uma mariposa como uma folha (caso da **Figura 6.6**), falhando em reconhecê-la como presa, teríamos um caso de mimetismo. O mesmo ocorre em lagartas que imitam fezes de pássaros e são percebidas como tal. Dessa forma, o termo “mimetismo” é usado mesmo para casos em que o mimético imita alguma característica do ambiente, ficando a classificação em mimetismo ou camuflagem relacionada com a percepção do predador. Maiores detalhes dessas outras definições, você encontra na Aula 13 da disciplina Populações, Comunidades e Conservação.

Desviando do ataque

Observe a **Figura 6.7** e indique de que lado está a cabeça do animal. Será que você acertou?

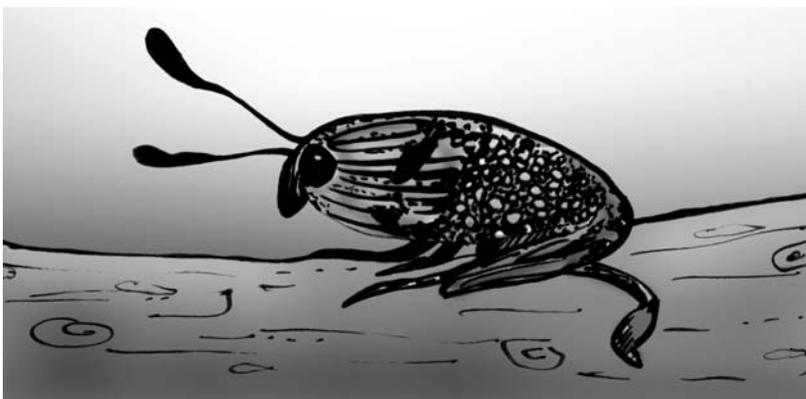


Figura 6.7: Homoptera que apresenta desvio de ataque como estratégia de defesa.

Se você fosse um predador e pensasse que a cabeça de sua presa está do lado esquerdo, poderia perder o almoço. Na verdade, a cabeça do animal está voltada para a direita. Esse tipo de defesa é chamado de *retroorientação* ou *desvio do ataque*. Como você observou, a parte relativa à cabeça do animal parece a parte final do corpo. Assim, esta estratégia tem como objetivo que o predador seja levado a atacar o lado errado e o inseto possa fugir pela direção oposta. Logo, essas faixas, manchas ou expansões de alguma parte do corpo podem confundir um predador, agindo como verdadeiros alvos para o ataque de partes não essenciais para a sobrevivência do inseto.

Essa defesa pode ser tão elaborada que um grupo de borboletas possui projeções na parte posterior da asa que imitam e se movimentam como antenas! (Figura 6.8). O comportamento da borboleta e as manchas nas asas também indicam claramente que a cabeça está voltada para o lado oposto ao real.



Figura 6.8: Borboleta que apresenta projeções que se assemelham a antenas no segundo par de asas.

Defendendo-se mecanicamente

Escudos, pêlos (Figura 6.9) e espinhos podem ser utilizados para repelir predadores e/ou dificultar a captura. Essas estruturas podem ser confeccionadas com partes da planta hospedeira (Figura 6.10), fezes (Figura 6.11.a) e outros materiais. Larvas do besouro *Fulcidax monstrosa*, por exemplo, constroem casulos com as próprias fezes, que as protegem contra o ataque de predadores e possivelmente contra parasitóides e dessecação (Figura 6.11.b).



Vivian Flinte

Ricardo F. Monteiro

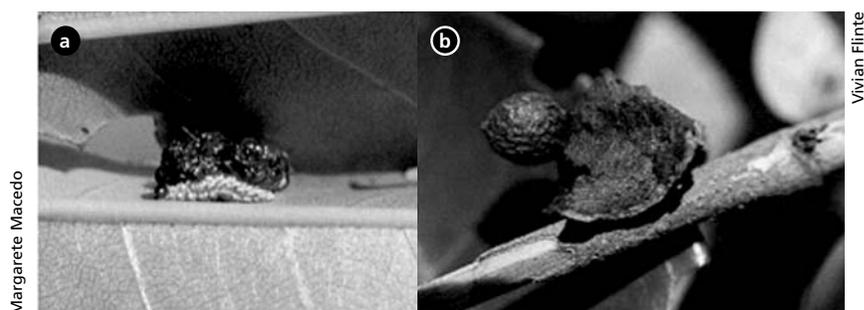
Figura 6.9: Várias lagartas apresentam pêlos urticantes.



Viviane Grenha

Vivian Flinte

Figura 6.10: Lagartas que confeccionam casulo de folhas e seda são conhecidas como bicho-do-cesto.



Margarete Macedo

Vivian Flinte

Figura 6.11: (a) Larva de *Haplopodus submarginalis* cobre o corpo com fezes; (b) Larva do besouro *Fulcidax monstrosa*, com o seu casulo de fezes.

Agrupando-se

Neste caso, literalmente a união faz a força, pois a vida em grupo pode defender os insetos de duas maneiras: na primeira, um grupo de insetos de uma mesma espécie pode ficar camuflado para o predador; na segunda, eles podem se defender por meio de mordidas, ferroadas e movimentos que repelem o predador (Figura 6.12).

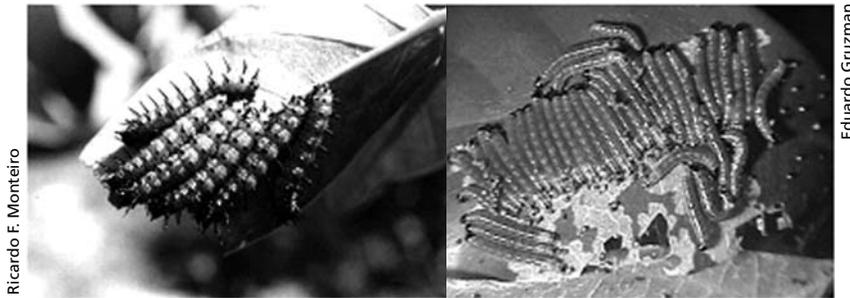


Figura 6.12: Defesa em grupo.

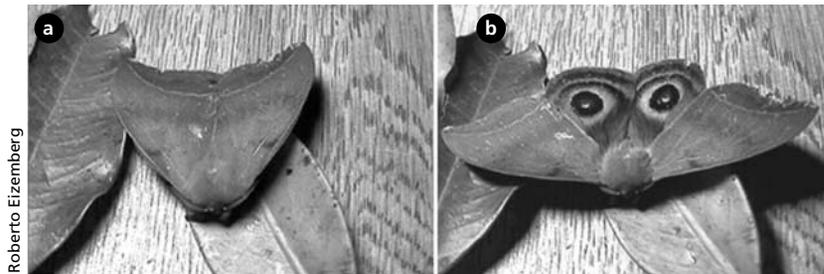
Os insetos podem também se defender por meio de associações com insetos de outras espécies. Você se lembra do caso dos afídeos e formigas que vimos quando estudamos o mutualismo (Aula 5)? Os afídeos ganham proteção ao viver junto com as formigas. Existem também muitos exemplos de associações entre formigas e outros insetos, como pode ser visto na Figura 6.13.



Figura 6.13: Associação entre a lagarta *Rekoa marius* e formiga.

Intimidando o inimigo: comportamento deimático

Neste tipo de defesa, as presas adotam uma postura característica para intimidar o predador que pode envolver padrão de cores, barulhos, secreções e comportamento. A sobrevivência do inseto aumenta porque o momento de indecisão do predador pode ser suficiente para a fuga da presa. É muito comum observar insetos que na posição de repouso são camuflados, mas quando incomodados exibem cores fortes ou manchas em forma de olhos que assustam o predador (Figura 6.14). Outro exemplo é quando o inseto tenta dar a impressão de parecer um animal maior, como ocorre nos bichos-pau e louva-a-deus ao encontrar o predador (Figura 6.15).



Roberto Eizemberg

Figura 6.14: Muitas mariposas apresentam manchas em forma de olhos que podem repelir os seus predadores, principalmente os pássaros. Note que quando em repouso (a) você não consegue observar as manchas do segundo par de asas (b). No final desta aula, você encontrará esta figura em cores.

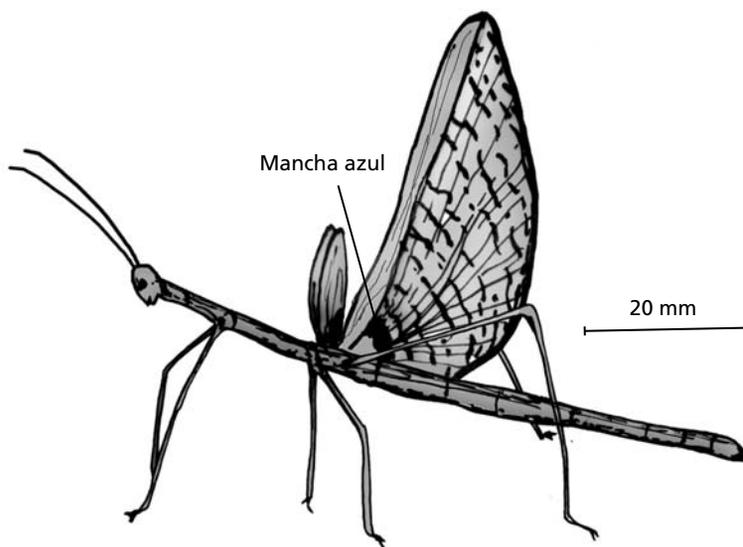


Figura 6.15: O bicho-pau pode abrir as asas e fazer barulhos para intimidar o predador.

Um exemplo fantástico de *comportamento deimático* são as lagartas que imitam cobra. Observe a **Figura 6.16**. Você não se assustaria se fosse um predador?

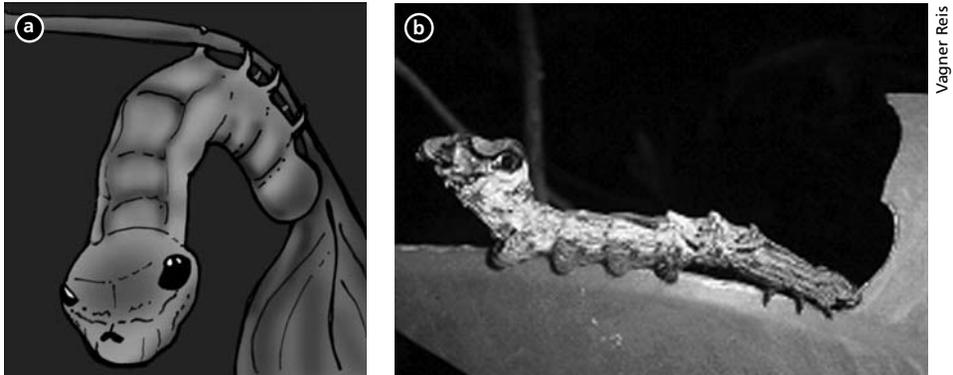


Figura 6.16: Lagartas podem imitar filhotes de cobra: (a) *Leucorampha* sp. (b) *Nystalea aequipars*. Note que, nos dois casos, a cabeça da lagarta está voltada para o lado direito, e a parte que se assemelha à cobra está na parte posterior do corpo da lagarta.

Fingindo de morto: Tanatose

Neste tipo de defesa a presa finge-se de morta, inibindo o ataque do predador. Fingindo-se de morta, a presa pode escapar porque muitos predadores só atacam presas em movimento. A *tanatose* é muito comum em besouros, que se jogam da planta hospedeira, ficando com a parte ventral para cima e as pernas encolhidas (**Figura 6.17**). É interessante você segurar um besouro que apresente essa defesa e esperar que ele retorne a andar, sendo que minutos (ou segundos) antes ele realmente aparentava estar morto!



Figura 6.17: Besouro fingindo-se de morto.

**ATIVIDADE****Vamos participar de um fórum?**

3. Até aqui você já viu várias estratégias de defesa dos insetos contra seus inimigos naturais. Todo conhecimento significativo modifica a pessoa em algum aspecto. Como você acha que esse conhecimento modifica sua maneira de compreender a Natureza? Como ele contribuiria para você, professor?

Revidando o ataque: retaliação

Neste tipo de defesa, as presas, após o ataque do predador, podem contra-atacá-lo com arranhões, mordidas, ferroadas e substâncias químicas. A tesourinha (ordem Dermaptera) apresenta projeções do abdômen que são utilizadas para “pinçar” o predador. O besouro-bombardeiro, por exemplo, apresenta esse nome popular pois libera um jato com uma mistura de uma substância irritante (chamada quinona) e vapor, que queima o inimigo. O jato pode ser desviado exatamente para a direção do ataque (Figura 6.18).

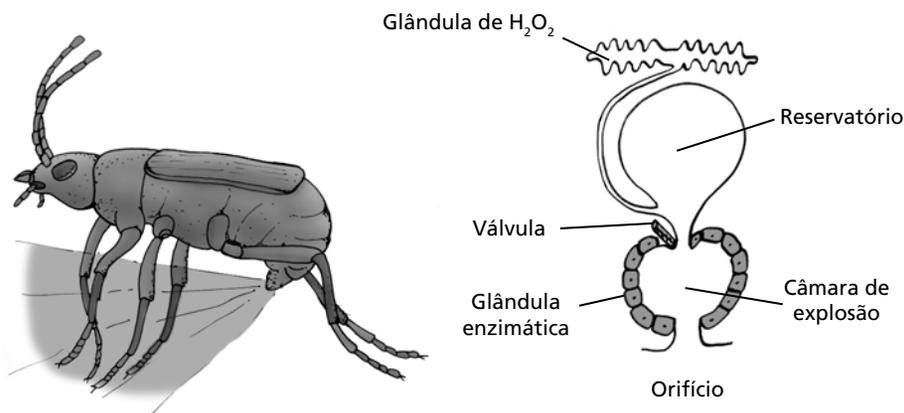


Figura 6.18: Desenho do besouro-bombardeiro, mostrando onde a substância que ele libera é produzida.

Os insetos, quando manipulados, podem também regurgitar substâncias tóxicas pelas articulações ou mesmo a própria hemolinfa. O tipo de retaliação na qual o inseto libera a hemolinfa é chamado sangramento reflexo. Na Figura 6.19 pode ser observado um besouro que ocorre na RPPN Bom Retiro (Aldeia Velha, RJ) e que apresenta sangramento reflexo pelas articulações.



Ricardo F. Monteiro

Figura 6.19: Besouro da RPPN Bom Retiro (Aldeia Velha, RJ) que apresenta sangramento reflexo. No final desta aula, você encontrará esta figura em cores.

! RPPN é um tipo de Unidade de Conservação (UC) definido pelo Ibama. Significa Reserva Particular do Patrimônio Natural, ou seja, são áreas destinadas à conservação da Natureza em propriedades particulares. Nas RPPN, o dono da terra continua sendo o proprietário e passa a contar com o apoio de órgãos ligados à área de meio ambiente no planejamento do uso, na manutenção e proteção da reserva. Numa RPPN podem ser desenvolvidas atividades como pesquisas científicas, educação ambiental e ecoturismo, dependendo das características do local. As RPPN podem ser grandes aliadas dos parques e reservas criados pelo governo.

ATIVIDADE



Cada espécie de inseto só tem um tipo de defesa?

4. Você observou diferentes tipos de estratégias de defesa, mas será que cada espécie de inseto só tem um tipo de defesa? Pense em alguns exemplos.

COMO OS INSETOS ATACAM AS SUAS PRESAS?

Os insetos predadores pertencem principalmente às ordens Coleoptera, Neuroptera, Hymenoptera, Diptera, Hemiptera e Odonata. Caso você não lembre exemplos de insetos de cada uma dessas ordens, releia a Aula 4.

Normalmente as presas dos insetos são outros insetos, mas não esqueça que os insetos podem preda animais de outros grupos, como peixes e aranhas, por exemplo.

Tipos de estratégias de ataque

Os predadores podem adotar dois tipos principais de estratégias de ataque. Uma delas é chamada *senta-e-espera*, e a outra é a *busca ativa*.

Na estratégia *senta-e-espera*, como o próprio nome diz, o inseto fica esperando a passagem da presa, podendo usar armadilhas. Um tipo muito interessante de armadilha é utilizado por larvas de formiga-leão (Neuroptera), que constroem funis de areia que funcionam para a captura de insetos que caminham no solo (**Figura 6.20.b**). Quando um deles cai no funil, dificilmente consegue sair porque a areia é muito fina e, além disso, a larva pode jogar mais areia para cima. A larva da formiga-leão apresenta mandíbulas bem grandes em relação ao corpo (**Figura 6.20.a**). Assim, ela depende da passagem de presas pela região onde construiu o funil. O adulto não constrói funis.

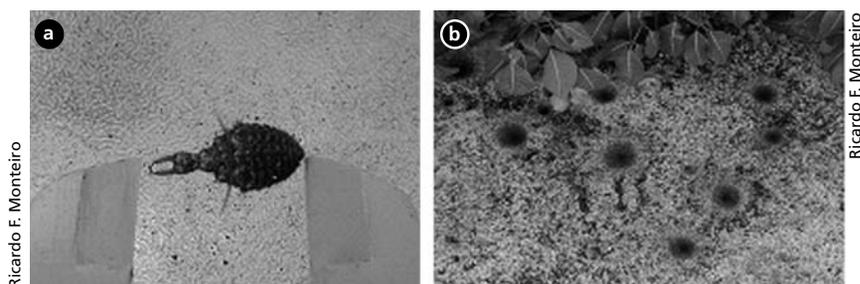


Figura 6.20: A larva de formiga-leão constrói funis na areia. (a) larva da espécie *Myrmeleon januaris* e (b) funis.



Apesar do nome formiga-leão, este inseto pertence à ordem Neuroptera e não à Hymenoptera. O nome popular vem da sua presa principal, que são as formigas.

Os louva-a-deus muitas vezes são camuflados (Figura 6.21). Muitos se movimentam lentamente, mas quando dão o bote normalmente é fatal, pois suas fortes pernas raptorais os tornam excelentes predadores. Algumas espécies podem assemelhar-se a folhas, flores e até existem alguns que imitam bichos-pau. É provável que essa camuflagem funcione para o louva-a-deus como uma defesa contra seus próprios predadores.



Ricardo F. Monteiro

Figura 6.21: Louva-a-deus predando uma mosca. Note que o predador fica camuflado no ambiente.

Na estratégia de ataque chamada busca ativa, o predador persegue sua presa. A joaninha é um inseto que, embora possua aparência frágil e delicada, é um predador bem eficiente. Esse tipo de besouro alimenta-se principalmente de pulgões (Homoptera).

As libélulas (Odonata) também são excelentes predadores. Lembre-se de que as libélulas apresentam o ciclo de vida do tipo hemimetábolo e que ninfas e adultos vivem em ambientes diferentes (Aula 3). Quando ninfas, elas estão entre os principais invertebrados predadores dos sistemas aquáticos dulcícolas e se escondem sob plantas ou no substrato; quando adultas, pegam suas presas durante o voo.

Os percevejos também podem ser predadores e utilizam o aparelho bucal para atacar e sugar suas presas.

**ATIVIDADE****Adaptações ao ambiente**

5. Você está trabalhando o assunto adaptações com seus alunos e quer fazer uma atividade diferente, fora da sala de aula, que estimule seus alunos a pensar, a observar. Infelizmente, você não tem recursos para levar seus alunos a uma floresta...

Mas se lembra de um enorme jardim, meio abandonado, é verdade, mas cheio de plantas, bem próximo à escola, onde você, possivelmente, encontra os seguintes insetos:

- 1) Larva fitófaga de Coleoptera verde
- 2) Borboleta aposemática
- 3) Mariposa marrom

Agora, para cada uma das situações anteriores, relacione com os cenários descritos abaixo de forma que as características observadas sejam consideradas adaptações. Explique por quê.

- a) () Voando de forma lenta
- b) () Pousada no tronco marrom de uma árvore
- c) () Parada em folha verde

Podemos concluir que os insetos possuem diferentes estratégias de defesa contra seus inimigos naturais e que, ao mesmo tempo, os insetos predadores também apresentam diferentes táticas de ataque. É importante notar que a divisão dos diferentes tipos de estratégia de defesa é uma classificação principalmente do ponto de vista didático, uma vez que uma mesma característica pode se encaixar em mais de um tipo de defesa. Além disso, uma mesma característica pode ser usada como estratégia de defesa contra os inimigos naturais e para atacar as presas, como no caso dos predadores que são camuflados.

ATIVIDADE FINAL

Painel

Esta atividade é uma forma de avaliação do que você aprendeu durante a leitura da aula, mas é proposta de uma maneira que você possa entrar em contato com uma das formas que os pesquisadores possuem para expor os resultados que obtiveram em seu trabalho. É também uma boa opção para professores e alunos sintetizarem e apresentarem um determinado tema.

Assim, em reuniões científicas, como congressos e simpósios, muitos trabalhos são apresentados em forma de pôster ou painel. Esses painéis são cartazes que apresentam de forma resumida e esquemática os resultados e os dados do trabalho realizado pelo pesquisador na sua determinada área de pesquisa, podendo ser acessados por outros pesquisadores, assim como por estudantes. Durante as aulas, os professores podem fazer uso desse método para construir, junto com seus alunos, a síntese de uma aula, ou de um livro ou de um assunto qualquer.

Agora é a sua vez...

Construa um painel escolhendo um tipo de estratégia de defesa (e/ou ataque), exemplificando vários grupos de insetos em que essa estratégia pode ser encontrada. Outra opção é escolher uma determinada ordem de insetos e abordar as várias estratégias de defesa que nela podem ser encontradas. Você pode conseguir estas informações em livros, revistas e artigos, ou mesmo na internet. Você pode confeccionar o pôster utilizando os programas Power Point, Corel Draw, Photoshop, Illustrator, Freehand, entre outros. Você pode usar também cartolina ou papel 40 kg. O importante é que você considere as dicas anteriores. Caso opte pelo painel usando um software, configure para o tamanho 90cm x 1m e coloque caixas de texto e figuras do modo que você achar mais apropriado. Contudo, se preferir, ajuste o tamanho da impressão para papel A4, para entrega. Figuras e textos que não foram elaborados ou produzidos por você devem ter as fontes citadas.

Não deixe para a última hora. Pesquise!

Lembre-se de que um painel pode ser uma excelente estratégia para abordar um determinado tema com seus alunos. Você, como futuro professor, pode propor a construção de um painel ou mural único com a sua turma.

RESUMO

Os insetos podem ser predados por uma grande variedade de animais, inclusive por outros insetos. Ao longo da evolução, várias estratégias de defesa vem sendo desenvolvidas, algumas mais simples e outras extremamente elaboradas. Ao mesmo tempo, os predadores também desenvolvem características que os tornam mais eficientes na localização e consumo da sua presa. Os insetos podem escapar dos predadores por uma série de estratégias: através da fuga, vivendo em abrigos; estando camuflados no ambiente; imitando animais venenosos; utilizando armas e escudos para defesa. Além disso, podem também viver em grupos, fingir-se de morto, desviar o ataque do predador e até mesmo adotar posturas para intimidar seus predadores. Já as estratégias de ataque podem ser de dois tipos: senta-e-espera e busca ativa.

**RESPOSTAS****Atividade 1**

Como você pode perceber, esse é um exemplo de mimetismo, em que uma espécie de percevejo assemelha-se a de uma vespa.

Atividade 2

a) C; b) M; c) M; d) C; e) C. Lembre-se de que na camuflagem o inseto se assemelha a características do ambiente onde vive, enquanto no mimetismo o inseto se assemelha a outro animal. Essas respostas conferem com as definições que serão utilizadas ao longo da disciplina, mas existem outras abordagens para o mesmo assunto.

Atividade 3

Pense nesta questão com base no seu conhecimento sobre os insetos e o que mudou em relação a sua concepção sobre esses animais a partir do que você vem aprendendo nas aulas desta disciplina. Por exemplo, é muito comum (principalmente com o público leigo) que os insetos conhecidos sejam aqueles que nos causam algum mal, como mosquitos e baratas. Agora você já sabe que os insetos não se resumem somente àqueles que incomodam o homem e que, na verdade, estes representam a minoria.

Entre no fórum (grupo de estudos), discuta estas questões e observe também as respostas dos seus colegas.

Atividade 4

Um mesmo inseto pode ter uma ou mais estratégias de defesa, como você pode ter notado em alguns dos exemplos anteriores. Um bicho-pau, por exemplo, está camuflado no ambiente e ao mesmo tempo pode apresentar tanatose. Existem besouros que são aposemáticos e ainda realizam sangramento reflexo quando encontrados pelo predador. Já alguns gafanhotos apresentam camuflagem quando em repouso, mas exibem cores fortes que intimidam o predador quando atacados. Outro exemplo são as manchas em forma de olho que podem servir como desvio do ataque (retroorientação) ou intimidar o predador (comportamento deimático).

Atividade 5

Esses casos são somente alguns exemplos de como as características dos organismos devem estar extremamente relacionadas com o ambiente onde eles vivem para serem consideradas adaptações. Sendo assim, neste exemplo, provavelmente a borboleta aposemática seria encontrada voando de forma lenta, uma vez que esse tipo de defesa depende de que a presa mostre para o predador que ela pode causar algum dano a ele. Ao contrário, insetos comestíveis podem ter a camuflagem como defesa, como poderia ser o caso da mariposa marrom num tronco de árvore, e o da larva de Coleoptera, que fica numa folha com coloração igual a sua.

Atividade final

No Anexo (Insetos da Restinga de Jurubatiba), você pode observar um exemplo de um painel confeccionado com base em informações gerais sobre os insetos.

Um painel deve ser atrativo, limpo e organizado. Algumas dicas podem lhe ajudar:

- Imagens esclarecem muito.
- Diagramas com setas mostram uma linha de raciocínio.
- Não sobrecarregar o pôster com excesso de informações.
- Não use todo o espaço do pôster para não ficar confuso.
- As cores de fundo devem realçar a mensagem, ou seja, deve haver um contraste entre a cor de fundo e as das figuras, gráficos e textos.
- O texto deve poder ser lido a uma distância de 1 metro. Normalmente uma fonte 28 ou 30 (ou maior) é suficiente.
- Um tamanho básico para o painel é 90cm por 1 metro.

Sites recomendados

INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIOS-AMBIENTAIS DO SUL DA BAHIA. Disponível em: <<http://www.iesb.org.br/areas/ecoturismo/rppn.htm>>. Acesso em: 16 maio 2005.

RESERVA Particular do Patrimônio Natural Fazenda Bom Retiro: preservação, pesquisa, agropecuária e ecoturismo. Disponível em: <<http://www.rppnfazendabomretiro.com.br>>. Acesso em: 16 maio 2005.

ANEXO

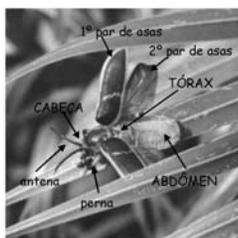
Insetos da Restinga de Jurubatiba

Viviane Grenha & Vivian Flinte

Laboratório de Ecologia de Insetos, Departamento de Ecologia, IB, UFRJ

Quem são os insetos?

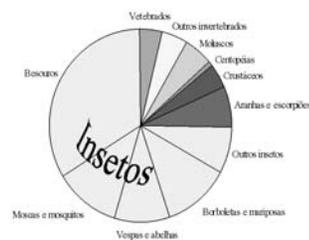
Os insetos apresentam o corpo revestido por um exoesqueleto e dividido em três partes. Na **CABEÇA** estão um par de antenas, os olhos e o aparelho bucal, que é adaptado ao tipo de alimentação do animal. O **TÓRAX** é dividido em três partes, cada uma com um par de pernas e, em geral, há dois pares de asas. O **ABDÔMEN** é o centro de nutrição dos insetos, não possui apêndices e apresenta segmentação nítida.



Esquema geral de um inseto

Quantos são os insetos?

São conhecidas atualmente cerca de 950.000 espécies de insetos. Os insetos formam o grupo mais rico em espécies na natureza. Cerca de 3/4 dos animais são insetos, sendo que os besouros correspondem a quase 1/3 de todos os animais.



Riqueza de espécies de insetos.

Do que se alimentam?

O alimento dos insetos pode ser de origem animal (predadores, parasitas ou parasitóides), vegetal (herbívoros) ou matéria orgânica morta (saprófagos). O grupo mais rico em espécies é o grupo herbívoro, que concentra cerca de metade das espécies de insetos.

Herbívoros ← Externos Internos →



Os herbívoros podem se alimentar externamente, como é o caso dos percevejos sugadores, das lagartas e dos besouros mastigadores.



Exemplos de herbívoros internos são as larvas galhadoras e as minadoras. As galhas são um tipo de tumor da planta que se forma onde o inseto põe o seu ovo e onde a larva vai se desenvolver até virar adulto. Já as minhas são a marca de alimentação da larva dentro da folha.

Predadores



Louva-a-deus predando uma mosca

Alimentam-se de outros animais, principalmente outros insetos.

Os principais insetos predadores são as libélulas, os louva-a-deus, as vespas e os besouros.

Parasitóides



Ovo do besouro *Mecistomela marginata*, mostrando os orifícios de saída das vespas parasitóides.

A fêmea parasitóide coloca seus ovos em um ovo, lagarta ou pupa de outro inseto, e sua larva se alimenta desse hospedeiro. Os adultos são de vida livre.

Os principais grupos

A classe Insecta foi dividida em 30 ordens.

As ordens de insetos com mais riqueza de espécies são:



Coleoptera - besouros



Hymenoptera - abelhas, vespas e formigas.



Diptera - moscas e mosquitos

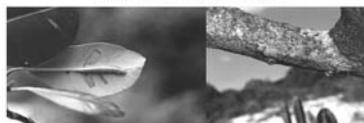


Lepidoptera - borboletas e mariposas.

Com cores de advertência...



Camuflando-se no meio...



Construindo abrigo de fezes...



Como os insetos se defendem?

Os insetos podem se defender de várias maneiras, como por exemplo...

Agregando-se...



Tecendo seda...



Bibliografia:

BORROR, D.J. & DELONG, D.M. 1988. *Introdução ao estudo dos insetos*. Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo, Brasil.
EDMUNDS, M. 1974. *Defence in animals*. Longman, 357 pp.

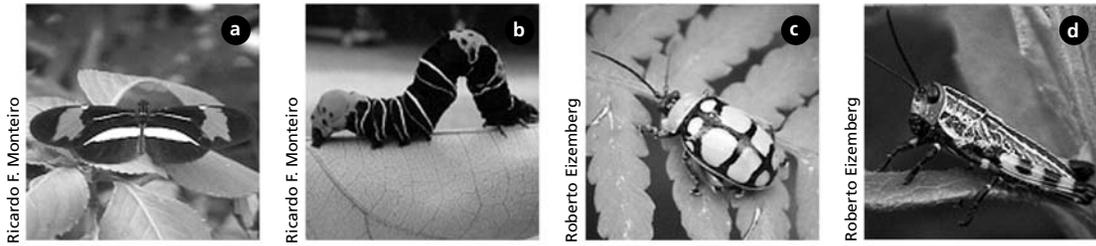


Figura 6.3: Aposematismo em borboleta do gênero *Heliconius sp.*(a), em lagarta (b); besouro (c); e em gafanhoto (d).

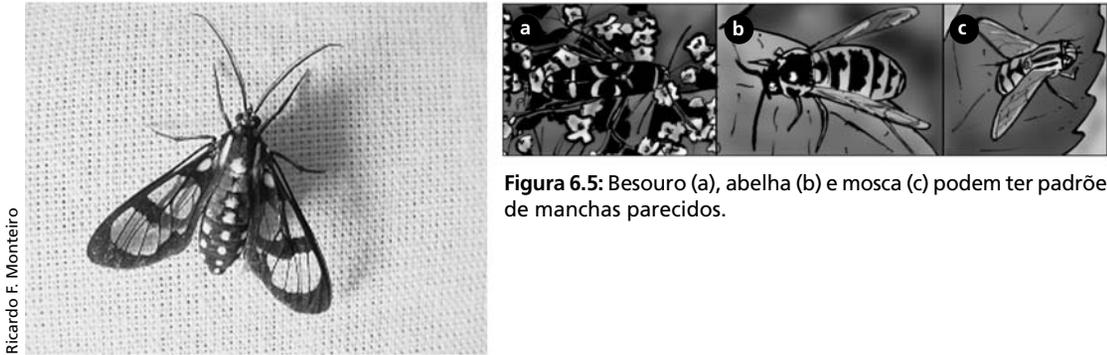


Figura 6.5: Besouro (a), abelha (b) e mosca (c) podem ter padrões de manchas parecidos.

Figura 6.4: Mariposa mimética de vespa.

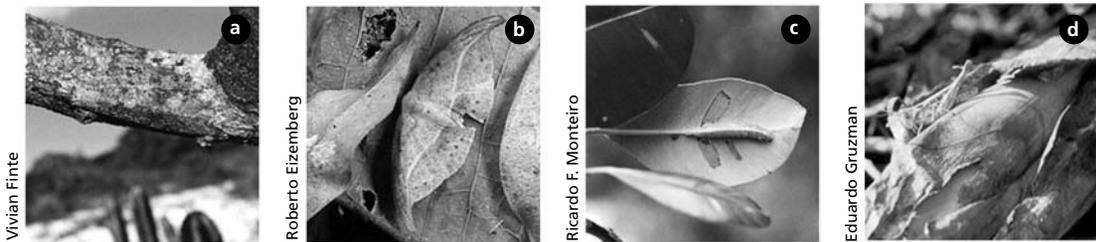


Figura 6.6: Os insetos podem estar camuflados de várias maneiras. (a) Neuroptera camuflado no tronco de árvore; (b) mariposa (no centro) camuflada como uma folha; (c) lagarta camuflada (note que a lagarta da figura apresenta uma linha no dorso que se assemelha muito à nervura da folha) e (d) gafanhoto.

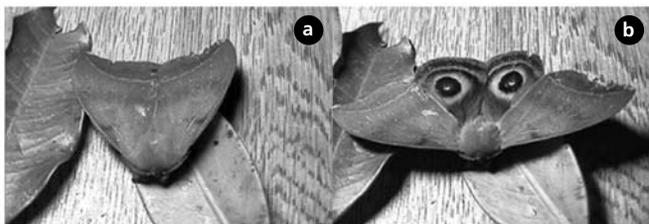


Figura 6.14: Muitas mariposas apresentam manchas em forma de olhos que podem repelir os seus predadores, principalmente os pássaros. Note que quando em repouso (a) você não consegue observar as manchas do segundo par de asas (b).



Figura 6.19: Besouro da RPPN Bom Retiro (Aldeia Velha, RJ) que apresenta sangramento reflexo.

Atividade prática – jogo *Interação*

Meta da aula

Aplicar os conceitos relativos a interações entre os organismos por meio de um jogo que poderá ser utilizado com seus futuros alunos.

objetivos

Esperamos que, após essa sugestão de atividade, você seja capaz de:

- Trabalhar os conceitos abordados nas Aulas 5 e 6 de uma forma dinâmica e divertida.
- Utilizar o jogo *Interação* como ferramenta de ensino de Ciências para desenvolver conceitos como hábitos, formas de defesa, alimentação, estratégias reprodutivas e interações, entre outros.

Pré-requisitos

Os conteúdos de todas as aulas são importantes, principalmente os das Aulas 5 e 6, pois o jogo trabalha os tipos de interação entre insetos e outros organismos, assim como as formas de defesa e ataque que esses animais possuem.

INTRODUÇÃO

As Ciências, em geral, apresentam uma série de conceitos que podem ser entendidos de forma mais fácil por meio de atividades práticas. Uma atividade prática pode ser muito útil para fixar conceitos apresentados em sala de aula, ou mesmo como introdução de um determinado assunto. Atividades de campo em Ciências podem ser consideradas insubstituíveis (como você vai constatar ao longo de toda a disciplina), mas o professor deve utilizar o próprio espaço da sala de aula para a realização de atividades interessantes para os seus alunos. Os jogos didáticos são exemplos desse tipo de atividade, e a proposta é que o jogo *Interação* possa ser utilizado por você, futuro professor, como uma ferramenta do ensino de Biologia.

COMPONENTES DO JOGO

Peças

O jogo *Interação* é composto de um tabuleiro, oito cartas de predadores, quatro cartas de espécies, quatro dados de espécies (que funcionam como peças) e um dado.

Participantes

Interação foi desenvolvido para ser jogado por dois a quatro alunos, cada um escolhendo uma espécie logo no início do jogo.

O público-alvo são os alunos do Ensino Fundamental ou mesmo do Ensino Médio, ficando a cargo do professor o enfoque que deve ser dado, de acordo com a faixa etária dos alunos.

Como jogar

Cada jogador inicialmente escolhe uma espécie entre as quatro disponíveis. Essa mesma espécie escolhida será mantida até o final do jogo. O jogo começa com o aluno que retirar o maior número ao jogar o dado, e a ordem é estabelecida no sentido horário.

No próprio tabuleiro, os jogadores encontram o significado dos símbolos presentes nas casas, facilitando, assim, o andamento do jogo. Em cada casa, o jogador pode ser beneficiado ou prejudicado, ou seja, pode pular, voltar casas, ou ficar parado por uma rodada. O vencedor é aquele que chegar primeiro ao final. As regras do jogo para os alunos estão localizadas no verso do tabuleiro.

Dicas para o professor

Interação deve ser jogado com acompanhamento do professor, pois os alunos devem tomar decisões com base nos conceitos que foram trabalhados em sala, e podem surgir algumas dúvidas. Por exemplo, quando retiram a carta do predador, os alunos devem observar com atenção se a sua espécie seria ou não predada por ele, de acordo com as características de cada uma (explicadas nas cartas). Na **Tabela 7.1** há um resumo das presas de cada predador.

Lembre-se de que, por se tratar de um jogo, algumas generalizações foram feitas, a fim de tornar as regras mais simples. Por exemplo, nas casas das armadilhas, o jogador é sempre prejudicado (ficando parado por uma rodada), o que não ocorre necessariamente na Natureza, já que as presas podem sobreviver ao ataque de predadores e às adversidades de fatores ambientais.

Componentes do jogo

- **As cartas das espécies:** Foram definidas quatro espécies com estratégias de defesa diferentes. As defesas e as características das espécies são apresentadas nas fichas. De acordo com as casas em que o aluno cair e as características da espécie, ele pode avançar, recuar, permanecer ou ficar uma rodada sem jogar.
- **As cartas dos predadores:** Também foram definidas oito cartas de predadores que serão usadas somente quando o aluno cair na casa indicada por uma caveira. Os predadores foram escolhidos de forma que várias estratégias de ataque fossem observadas e comparadas.

Conhecendo as casas...

- **Armadilhas:** Nestas casas, o jogador sempre é prejudicado, ficando uma rodada parado. As armadilhas podem ser: teia de aranha, tempestade, formigueiro e planta insetívora. Nessas casas, pode ser levantada a influência de fatores bióticos e abióticos sobre os organismos. Lembre-se de que uma formiga, quando cai no formigueiro de uma outra espécie (ou mesmo em um outro formigueiro da sua própria espécie), é vista como um inimigo. Assim, até mesmo o jogador que escolheu a formiga ficará parado uma rodada quando cair na armadilha do formigueiro.
- **Encontro de parceiro:** Nestas casas, o professor pode levantar questões relativas à reprodução como forma de perpetuação da espécie. Nessa casa, os jogadores sempre são beneficiados, avançando três casas.

- **Cuidado com a prole:** Como você sabe, existem espécies cujos pais (mais normalmente a fêmea) têm cuidado com a prole, o que aumenta a chance de sobrevivência da mesma. Assim, a fêmea protege a prole, mas gasta tempo e energia que poderiam ser utilizados em outras atividades. Desta forma, há dois tipos de casas de cuidado com a prole: com cuidado parental e sem cuidado parental. O jogador avança duas casas quando não houver cuidado parental, e quatro casas quando houver. Entretanto, no segundo caso, ele deve permanecer uma rodada sem rolar o dado, o que equivaleria ao tempo gasto pela mãe ao cuidar de sua prole.
- **Alimento:** Dois tipos de casa com alimento estão presentes no jogo: com muita comida e com pouca comida, onde o jogador sempre avança casas. Questões como a abundância de recursos (neste caso, a comida) podem ser trabalhadas.
- **Substrato:** Nestas casas, o jogador encontra o substrato (no caso, uma folha) com coloração verde ou marrom (seca). Quando a espécie escolhida apresenta cor igual à do substrato, o jogador avança duas casas. Caso contrário, permanece no local. Assim, os jogadores que escolheram a formiga e a mariposa marrom avançam duas casas quando caírem numa folha marrom. O jogador que estiver jogando com o besouro verde também avança duas casas ao cair numa folha verde. Já a borboleta com coloração de advertência não é beneficiada ao cair nas casas de substrato, à medida que a sua defesa é justamente contrária à camuflagem. Nesta casa, o professor pode explorar a importância do comportamento do organismo (nesse caso, a escolha do substrato) para o funcionamento da defesa.
- **Predador:** Quando cair nesta casa, o jogador retira uma carta de predador aleatoriamente e lê as características escritas na mesma. Dependendo da defesa da espécie que o jogador escolheu, ela pode apresentar defesa que funcione ou não contra esse predador. Depois, a carta retirada é colocada novamente junto com as demais cartas de predadores. Lembre-se de que as características das espécies e predadores devem ser lidas com atenção.
- **Parasitismo:** No parasitismo, uma população de uma espécie (parasita) prejudica a população de uma outra espécie (hospedeiro). Sendo assim, o jogador que tiver sua espécie parasitada, sempre volta quatro casas.
- **Mutualismo:** No mutualismo, as populações das duas espécies envolvidas na interação são beneficiadas. Sendo assim, ao cair nessa casa, o jogador sempre avança quatro casas.

Tabela 7.1: Predadores do jogo e as presas que eles consomem

Predadores/ Espécies	Borboleta venenosa	Mariposa marrom	Besouro verde	Formiga
Louva-a-deus	X			
Libélula	X			
Sapo		X		
Morcego		X		
Pássaro			X	
Aranha			X	
Lagarto				X
Formiga-leão				X

Trazendo e mantendo os insetos na escola

AULA 8

Meta da aula

Apresentar os principais métodos de observação, coleta, criação e montagem de insetos para coleção, discutindo a utilização desses procedimentos na Educação Básica.

Esperamos que, após o estudo do conteúdo desta aula, você seja capaz de:

- Observar os insetos no campo: onde procurá-los, o que observar e como coletá-los.
- Organizar uma coleção entomológica.
- Descrever a importância dos conhecimentos sobre coleta e criação de insetos para desenvolver atividades responsáveis com insetos na Educação Básica.

Pré-requisitos

Para que você acompanhe esta aula, é essencial que saiba os principais grupos de insetos, vistos na Aula 4. A Aula 5 também é importante, para que você relembre como os insetos interagem com outros seres vivos.

INTRODUÇÃO

Tanto na Biologia como nas outras ciências, a observação é a chave de tudo. É a partir dela que conceitos podem ser aplicados. A observação pode ser também o passo inicial para que o conhecimento seja construído, o que torna o aprendizado mais dinâmico e divertido. A coleta de alguns exemplares de insetos, para posterior observação e acompanhamento em laboratório, também pode ser importante ferramenta para desenvolver vários conceitos na área da Biologia.

OBSERVANDO OS INSETOS

Como os insetos são animais pequenos, a observação a olho nu muitas vezes não permite a visualização de detalhes das partes de seu corpo. Sendo assim, o uso de uma simples lupa pode ser bem interessante no momento da observação. Com uma lupa em mãos, você poderá ver alguns detalhes como, por exemplo, formato das antenas, características das asas, tipos de pernas etc. (Figura 8.1). Quando for observar um inseto, não se esqueça de aproximar-se lentamente, pois muitos fogem rapidamente quando incomodados.

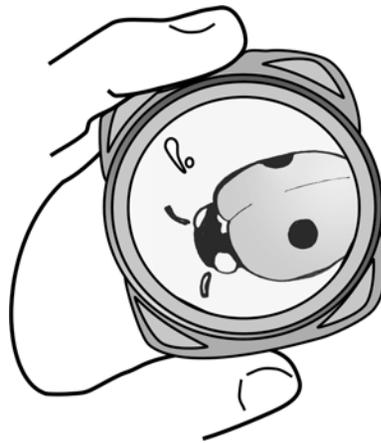


Figura 8.1: O uso de uma lupa de mão pode ser bem útil para a observação dos detalhes do corpo de um inseto.

É muito interessante também anotar tudo o que você está observando. Um bloquinho, lápis e borracha são materiais simples, mas podem ser poderosos instrumentos nas mãos de alunos-pesquisadores. Essas anotações devem ser feitas a lápis, para que não borrem em caso

de apanharem chuva. Mesmo que você não seja bom desenhista, pode confeccionar um esboço com as partes principais do corpo do inseto e descrever seu tamanho, sua cor e o ambiente de onde foi coletado (Figura 8.2). Além disso, você pode anotar o que o inseto estava fazendo na hora da observação: o que ele estava comendo, se havia outros insetos iguais na mesma planta, e o que mais você considerar importante para o seu aprendizado.

Se você for criar um inseto, tenha certeza de que ele se alimenta da planta na qual você o encontrou, antes de coletá-lo. Assim, observe se a planta apresenta marcas de alimentação; de preferência, espere e observe se o inseto está se alimentando daquela planta. Isso é importante, porque o inseto pode estar simplesmente pousado numa planta que não seja sua hospedeira.



Figura 8.2: Esboço de um besouro. Observe como fica muito mais fácil entender as partes do corpo e aprender mais sobre os insetos.

No início, pode parecer difícil achar e identificar os insetos. Contudo, basta uma observação mais detalhada como, por exemplo, em folhas, flores, troncos de árvores e mesmo sob pedras, para que você comece a ver muitas espécies diferentes e interessantes.



ATIVIDADE

Observando e esquematizando os insetos.

1. Agora que você já sabe identificar insetos e algumas das características principais de cada grupo desses animais (Aulas 3 e 4), que tal sair em busca deles? Você não precisa ir muito longe para ver um! No caminho para o trabalho ou para o pólo, ou observando um jardim ou bosque, você pode encontrar facilmente várias espécies de insetos.

Dessa maneira, faça um esboço e anote informações sobre três diferentes insetos que você venha a observar. Lembre-se de que no início desta aula nós fizemos algumas observações que são importantes. Então, mãos à obra!

Depois de pronto, retorne às aulas anteriores, tire as dúvidas e acrescente os nomes das estruturas que você não conhece.

COLETANDO INSETOS...

Os insetos utilizados para criação podem ser adquiridos em lojas (como em algumas *pet shops* especializadas), mas a observação e a coleta dos insetos no seu ambiente natural, com certeza, serão bem mais interessantes para o aprendizado. Coletando os insetos no campo, você percebe o hábitat em que eles vivem, de que se alimentam, como interagem com outros seres vivos, entre outras coisas.

A coleta de insetos depende do objetivo do coletor. Se tal objetivo é a observação do ciclo de vida, devem ser coletados indivíduos imaturos ou mesmo ovos do inseto em estudo. Se o objetivo for confeccionar uma caixa de insetos (caixa entomológica), os estágios adultos podem ser coletados diretamente ou os imaturos criados até a emergência dos adultos. Normalmente, é pela observação de características dos indivíduos adultos que os insetos podem ser identificados.

Coleta e transporte adequados são essenciais para que as características morfológicas dos insetos sejam mantidas e sirvam como material didático. É importante ressaltar que as coleções devem ter objetivo pedagógico, e não somente servirem como algo para colecionadores amadores, o que infelizmente é muito comum. Para ter acesso a uma variedade de insetos a ser trabalhados em suas aulas, o professor pode entrar em contato com universidades e outras fundações que, com certeza, estarão dispostas a fornecer material por empréstimo.



Tipos de coleta de insetos

A coleta de insetos pode ser de forma ativa ou passiva. Na coleta ativa, o coletor utiliza instrumentos como redes entomológicas, morteiros, sugadores; há até mesmo a coleta diretamente manual. Na coleta passiva são utilizadas armadilhas colocadas por um determinado período de tempo, após o qual o coletor retorna para recolher os insetos capturados. Cada tipo de armadilha normalmente possui um determinado grupo de insetos como alvo principal. Sendo assim, é importante que o pesquisador/estudante tenha o seu objetivo claramente definido antes de utilizar uma armadilha específica.

Existem vários tipos de armadilha, dos mais simples até os que exigem materiais sofisticados. Contudo, algumas delas podem ser facilmente feitas e utilizadas por você quando estiver trabalhando com seus alunos. A seguir, serão listados alguns dos principais tipos de coleta de insetos.

Pitfall

O *pitfall* é um pote enterrado no solo, no qual os insetos marchadores (aqueles que caminham no solo) caem (Figura 8.3). Quando as coletas têm objetivo científico, normalmente há uma solução com detergente dentro do pote, o que causa a morte dos animais. Quando o objetivo for somente a observação, o pote terá de estar vazio e o coletor deverá vistoriá-lo de duas em duas horas para observar os animais que caíram. Para o *pitfall*, podem ser usados potes de plástico com a boca larga como, por exemplo, potes de sorvete ou garrafas PET cortadas. Os principais insetos coletados por essa armadilha são formigas. Nela pode haver iscas também.

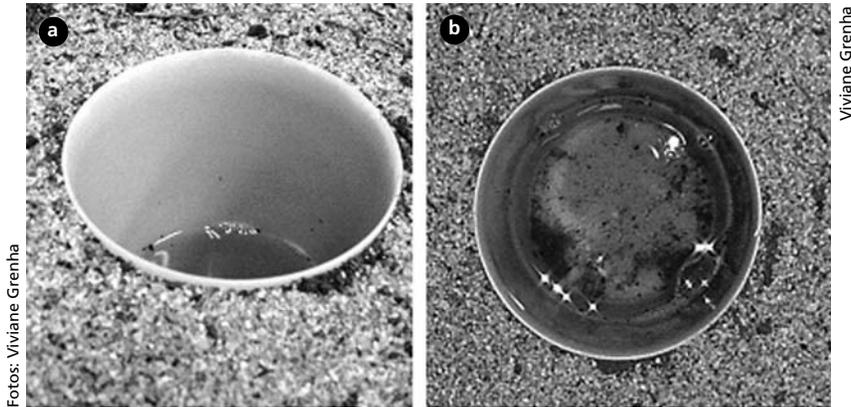


Figura 8.3: *Pitfall* utilizado na captura de insetos marchadores. (a) Vista lateral; (b) vista superior.

Rede entomológica

Outro método simples de captura de insetos é o uso da rede entomológica. Ela tem formato parecido com coador de café e é confeccionada com tecido transparente numa armação de arame com um cabo. A rede entomológica é usada para capturar insetos durante o vôo, principalmente borboletas e mariposas. O coletor deve ter cuidado ao capturar e ao retirar o inseto da rede (Figura 8.4).

No início, é difícil capturar insetos de vôo mais rápido e irregular, mas nada que um treinamento não resolva. Lembre-se de que você deve agir com cuidado para não machucar os insetos.

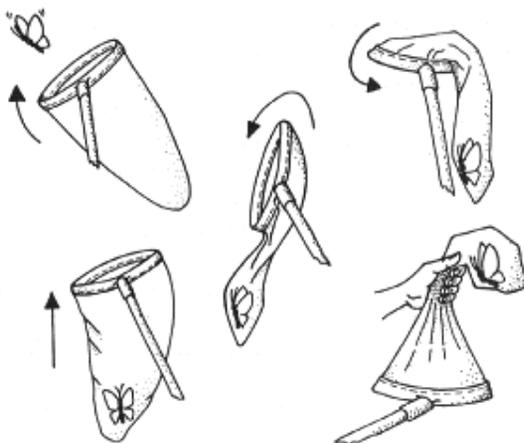


Figura 8.4: Modo correto de captura de inseto por meio de rede entomológica.

Sugador

O sugador é utilizado para a coleta de insetos pequenos e ágeis. Ele pode ser confeccionado facilmente: utilize um pote de vidro com dois furos na tampa; em cada um dos furos coloque um canudo de borracha e, naquele que você vai usar para sugar, amarre um pedaço de gaze para evitar que o inseto vá para a sua boca. Para a captura, coloque o canudo sem a gaze na direção do inseto e puxe o ar pelo canudo oposto. Quando você puxa o ar, o inseto é sugado para o recipiente (Figura 8.5).

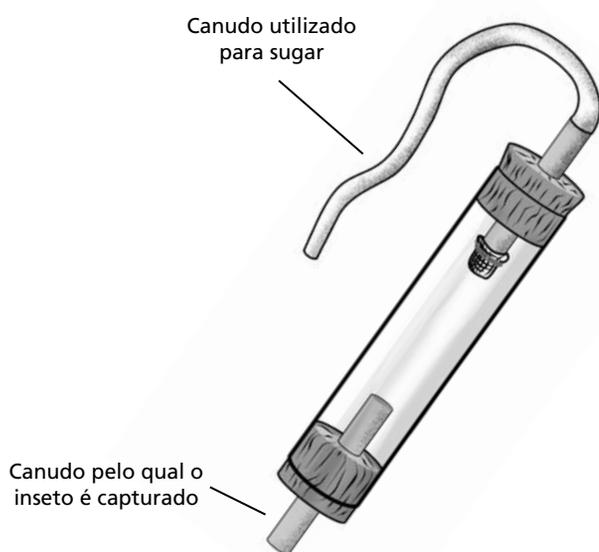


Figura 8.5: Sugador utilizado para a captura de insetos.

Arapucas

Os insetos podem ser atraídos também por iscas. As arapucas são armadilhas construídas para atrair insetos frugívoros, ou seja, os que se alimentam de frutos. Elas são feitas com armação de arame e pano, possuindo uma fenda na parte inferior, onde é colocada a isca e por onde o inseto entra. Todos os insetos tendem a voar para cima, e por isso não conseguem escapar delas. As arapucas são penduradas em árvores. Normalmente, utiliza-se banana fermentada com cachaça como isca, atraindo principalmente borboletas e mariposas (Figura 8.6).



Figura 8.6: Arapuca utilizada para a captura de insetos frugívoros. O inseto entra pela parte inferior da armadilha, onde está colocada a isca.

Coleta manual

A coleta mais simples e mais utilizada é a manual, ou seja, capturar os insetos diretamente com a mão e colocá-los em sacos plásticos transparentes ou potes. Esse método somente pode ser realizado com espécies de pouca mobilidade e que não sejam venenosas. É importante lembrar que muitas espécies de lagarta não podem ser coletadas diretamente com a mão, porque possuem pêlos que podem irritar a nossa pele. Quando você for coletar uma lagarta, pegue a folha em que ela estiver; assim, você não machuca o inseto nem corre o risco de se queimar.

Nem todas as lagartas apresentam pêlos irritantes. Os pêlos são uma forma de defesa que elas possuem contra os seus inimigos naturais. Você vai encontrar mais informações sobre as estratégias de defesa dos insetos na Aula 6.

Armadilha luminosa

Trata-se de um lençol branco, esticado com uma lâmpada (**Figura 8.7**). A armadilha luminosa é usada para atrair insetos que são ativos ao entardecer e durante a noite. Ao serem atraídos pela luz, eles podem ser observados e capturados. Você mesmo já deve ter observado insetos serem atraídos pelas luzes da sua casa ou de algum sítio, acampamento ou fazenda. Na armadilha luminosa são capturadas principalmente mariposas e borboletas, mas vários grupos de insetos podem ser atraídos pela luz, como vespas, cigarrinhas, besouros, louva-a-deus, entre outros.

Ricardo F. Monteiro



Figura 8.7: Armadilha luminosa usada para a captura de insetos que voam ao entardecer e à noite.



É importante ressaltar que o fato de os insetos estarem normalmente presentes em grande número não significa que devemos coletá-los e matá-los indiscriminadamente.

ATIVIDADES



Tipos de coleta de insetos.

2. Quais são dos tipos de coleta passiva?

- a. Coleta manual
- b. *Pitfall*
- c. Rede entomológica
- d. Arapuca
- e. Sugador
- f. Armadilha luminosa

Que tipo de coleta eu faço?

3. Relacione os insetos listados na coluna da esquerda com os tipos de coleta pelos quais eles normalmente são capturados.

- | | |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| a. <input type="checkbox"/> Lagartas | <input type="checkbox"/> Coleta manual |
| b. <input type="checkbox"/> Insetos frugívoros | <input type="checkbox"/> Rede entomológica |
| c. <input type="checkbox"/> Formigas | <input type="checkbox"/> Arapuca |
| d. <input type="checkbox"/> Insetos noturnos | <input type="checkbox"/> <i>Pitfall</i> |
| e. <input type="checkbox"/> Borboletas em voo | <input type="checkbox"/> Armadilha luminosa |

Como acondicionar e transportar os insetos?

Os insetos podem ser transportados para o laboratório em sacos plásticos transparentes, potes ou envelopes de papel (para borboletas e mariposas). No caso de sacos plásticos, é necessário enchê-los com ar. Devem ser anotados o local, a data, o nome do coletor e outras observações que possam ser importantes para o estudo como, por exemplo, a planta de alimentação. Além disso, os recipientes que contiverem os insetos não poderão ficar expostos à luz solar direta e deverão ser mantidos em local fresco.

Existem estudos para os quais os insetos precisam ser sacrificados. Nesse caso, utilizam-se recipientes de vidro chamados morteiros. Na tampa dos morteiros há uma almofada de algodão que é embebida com alguma substância tóxica, normalmente acetato. O acetato não deve ser inalado, e é necessário muito cuidado na sua manipulação, pois essa substância também é tóxica para os humanos. Os insetos podem ser mortos por meio de congelamento, colocando-se o pote onde está o animal no congelador. Enquanto não são montados, os indivíduos mortos devem permanecer congelados. Antes da montagem, eles devem ser retirados do congelador, para que fiquem amolecidos e possam ser furados com alfinetes.

Montando os insetos coletados

Os insetos são montados utilizando-se **ALFINETES ENTOMOLÓGICOS**, que permitem que eles permaneçam conservados por muitos anos. Os alfinetes devem ser colocados perpendicularmente ao corpo do inseto (**Figura 8.8.a**), e a montagem é de acordo com o grupo do indivíduo. O alfinete é sempre colocado no tórax (**Figura 8.9**). Normalmente, são utilizados outros alfinetes que ajudam a manter a posição do inseto, de forma que se possa visualizar melhor as pernas e as antenas. Contudo, esses alfinetes extras são colocados de maneira que não furem o corpo do animal. Os insetos maiores têm o corpo diretamente alfinetado; para os menores é realizada uma técnica chamada dupla montagem, na qual eles são inicialmente espetados com microalfinetes e depois com alfinetes entomológicos (**Figura 8.8.b**). A dupla montagem pode ser feita também pela colagem do inseto com esmalte em um triângulo de papel (**Figura 8.8.c**). O uso de pinças para a manipulação desses seres é muito importante, uma vez que o manuseio (principalmente dos insetos pequenos)

ALFINETES ENTOMOLÓGICOS

Parecem alfinetes comuns, mas são mais longos e feitos de material que não enferruja. Infelizmente não são encontrados com facilidade – mesmo nas lojas especializadas. A alternativa é o uso de alfinetes comuns longos, cobertos com base para unha (para não enferrujarem).

pode danificar o material. Além disso, as pinças são utilizadas para esticar patas e antenas, de forma que as diversas partes do corpo fiquem bem visíveis após a montagem.

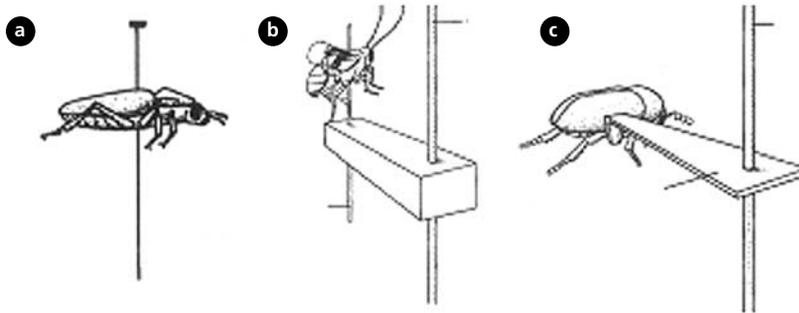


Figura 8.8: Montagem de insetos. (a) Os alfinetes devem ser colocados perpendicularmente ao corpo do inseto. (b) Esquema da dupla montagem utilizando microalfinete. (c) Dupla montagem com triângulo.

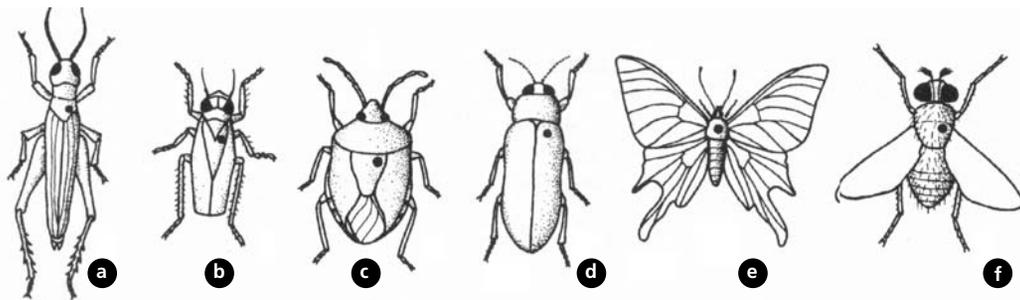


Figura 8.9: Forma de montagem dos principais grupos de insetos. (a) Orthoptera; (b) Homoptera (Hemiptera); (c) Heteroptera (Hemiptera); (d) Coleoptera; (e) Lepidoptera e (f) Diptera.

A montagem de borboletas e mariposas é mais complicada, pois são necessárias peças de madeira (chamadas esticadeiras) para esticar as asas. Além de para mariposas e borboletas, as esticadeiras também são utilizadas na montagem de outras ordens de insetos, quando se deseja mostrar os tipos de asa que possuem. Nesse caso, esticam-se somente as asas de um dos lados do inseto. Na montagem, utilizam-se também tiras de papel vegetal, pois as asas de mariposas e borboletas apresentam pequenas escamas (como você viu na Aula 2) que saem em contato com a mão (Figura 8.10).

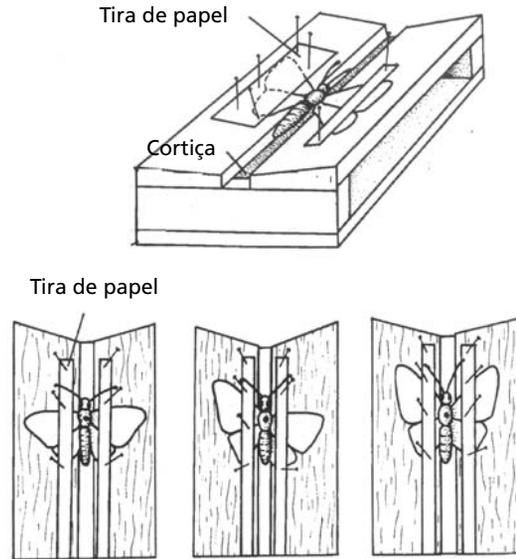


Figura 8.10: Forma de montagem de borboletas e mariposas. Note que o primeiro par de asas deve fazer um ângulo de 90° com o corpo da borboleta.

TAXONOMISTA

É o nome dado ao pesquisador responsável pela identificação das espécies. Existem taxonomistas que trabalham identificando plantas e outros que identificam as espécies animais. Normalmente, cada taxonomista é especializado num grupo bem restrito de seres vivos, realizando um trabalho que exige muita paciência, dedicação e muito conhecimento sobre as características do grupo de estudo.

Após a montagem, os insetos devem secar em uma estufa por aproximadamente 24 horas. A alternativa ao uso de estufa convencional é confeccionar uma estufa improvisada com lâmpadas dentro de uma caixa ou algum tipo de armação envolta com pano (ou lona). Outra opção é simplesmente deixar os insetos montados secarem ao sol; mas cuidado com as formigas!

Depois da secagem, todos os alfinetes são retirados (exceto o que está espetado diretamente no corpo do inseto). Uma montagem de insetos bem-feita é essencial, uma vez que características morfológicas devem ficar bem visíveis para que o **TAXONOMISTA** as utilize para a identificação das espécies.



Embora sejam fornecidas informações gerais de como os insetos são coletados e montados, lembre-se de sempre pedir orientações aos professores e/ou pesquisadores, para que exemplares não venham a ser coletados e mortos em vão, ou seja, para que se evite armazenamento e coleta errados, levando ao descarte os insetos coletados.

A coleção entomológica

Os insetos são normalmente armazenados em caixas de madeira com tampa de vidro, chamadas “caixas entomológicas”. Nessas caixas, os insetos alfinetados são espetados em um fundo de isopor forrado com papel quadriculado ou milimetrado, para que seja possível uma avaliação rápida do tamanho dos animais da coleção. Cada exemplar deve ser devidamente etiquetado. As etiquetas devem conter nome da espécie (quando possível), nome do coletor, data e local de coleta (Figura 8.11). As etiquetas são espetadas no mesmo alfinete do inseto.

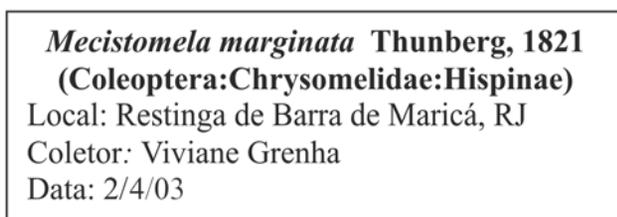


Figura 8.11: Informações que devem ser colocadas nas etiquetas. Note que constam o nome da espécie, local, coletor e data da coleta. Colocam-se também a classificação (ordem, família e subfamília a que a espécie pertence), o nome do pesquisador que descreveu a espécie e a data da validação do nome da mesma (neste caso, Thunberg, 1821). Informações como essas podem ser obtidas em listas de espécies e coleções entomológicas de faculdades e museus.

Os insetos também podem ser mantidos em álcool (normalmente numa mistura com concentração de 70% de álcool e 30% de água). Esse tipo de armazenamento é frequentemente feito para estágios imaturos ou para insetos muito pequenos como, por exemplo, vespas parasitóides.

CRIANDO OS INSETOS...

O melhor local para criação de insetos seria um laboratório cujo material necessário para essa atividade ficasse disponível e fosse mais fácil a manutenção da criação. Contudo, o professor pode separar um cantinho (arejado e sem incidência direta da luz do sol) na sua sala para este propósito, não esquecendo de colocar avisos sobre a existência do criatório, advertindo que os insetos não devem ser manipulados por pessoas estranhas, o que poderia comprometer o desenvolvimento do experimento.

Fatores físicos importantes na criação de insetos

A lição número um é que se deve tentar reproduzir ao máximo as condições encontradas no campo. Por exemplo, os potes de criação não devem ficar ao alcance direto da luz do sol. É necessário observar que, na Natureza, nas horas mais quentes do dia, os insetos têm possibilidade de procurar locais com temperatura mais amena. Isso é impossível quando eles estão trancados em um pote. Sendo assim, os potes devem ser mantidos à temperatura ambiente.

A umidade também é importante. Alguns insetos obtêm água dos alimentos, enquanto outros precisam bebê-la diretamente. Ter conhecimento prévio sobre a espécie a ser criada é muito importante. Normalmente, devem ser borrifadas gotas de água sobre as folhas da planta hospedeira. Contudo, umidade excessiva em recipiente fechado é ambiente perfeito para o aparecimento de fungos.

A limpeza do pote onde os insetos estão sendo criados também é fundamental. O fundo do pote deve ser coberto com papel higiênico ou papel-toalha para facilitar a limpeza das fezes, restos de alimentos e outros materiais (como, por exemplo, a “pele” que resulta das mudas). O alimento deve ser fresco e colocado em quantidades suficientes. Normalmente, os recipientes devem ser limpos e a comida recolocada diariamente (ou dia sim, dia não). Deve ser evitado também o uso de produtos químicos no local onde os insetos estão sendo criados. O problema mais comum na criação de insetos é o surgimento de ácaros, fungos e bactérias. Para solução desse problema é necessária a limpeza regular do recipiente e a remoção dos insetos mortos. O canibalismo também representa um problema para a criação de insetos predadores, particularmente quando eles não são bem alimentados.

Alimentando os insetos

O alimento fornecido depende da espécie a ser criada. Como você viu, alguns insetos se alimentam de uma grande variedade de materiais, enquanto outros se alimentam somente de uma determinada espécie de planta ou animal (ver Aula 2).

Uma visão errada, mas que é bem difundida entre alunos e mesmo entre professores, é que um determinado inseto coletado irá se alimentar de qualquer tipo de alimento que lhe for oferecido. Contudo, é importante compreender que cada espécie deve ser alimentada com

o mesmo alimento que consome no seu ambiente de origem. Para um inseto predador, é necessário que as presas sejam também coletadas e criadas da forma correta. A criação de um inseto predador é, assim, mais complicada.

Para um inseto que se alimenta de plantas, é essencial que as folhas (ou sementes, flores etc.) a serem utilizadas sejam mantidas na geladeira, para diminuir sua deterioração. Contudo, algumas plantas são difíceis de ser armazenadas por muito tempo, porque as folhas secam ou mofam. Sendo assim, são necessárias (dependendo da duração do ciclo de vida do inseto) novas coletas de alimento.

Os insetos na escola

Agora vamos pensar um pouco nas vantagens da observação e criação dos insetos para o aprendizado de Ciências de seus futuros alunos.

Os insetos são animais interessantes do ponto de vista didático, pois podem servir como base para o aprendizado de muitos conceitos como: ciclo de vida, cadeias alimentares, interações com outros animais, estratégias de defesa, riqueza de espécies, importância dos fatores abióticos, variedade de habitats, entre outros.

Além disso, a criação de um inseto pode ajudar os estudantes a desenvolverem o senso de responsabilidade, uma vez que a atividade exige disciplina e dedicação. Pode ser importante também para ajudar a desenvolver o hábito de trabalhar em equipe, com o revezamento das atividades de criação, por exemplo.

Uma vez que os alunos já estarão cientes da grande importância desse grupo de animais na teia alimentar, atividades como essa podem ajudar a reforçar noções de respeito aos animais e plantas como um todo. Assim, a observação e o acompanhamento de animais no campo e no laboratório podem contribuir, e muito, para a formação de um cidadão consciente de seus deveres em relação ao ambiente onde vive. É importante ressaltar que, embora os insetos apresentem grande número de espécies, não significa que os alunos possam coletar e sacrificar indiscriminadamente esses animais. Além disso, as coleções particulares não oferecem nenhuma vantagem além da contemplação pelo seu coletor. Assim, você, como professor, pode organizar visitas a museus e laboratórios que possuam coleções de insetos para fins de pesquisa e ensino.

Dessa forma, os estudantes percebem que ao soltar um inseto que está sendo criado por um determinado período de tempo significa

devolvê-lo para a Natureza, de forma que ele possa desempenhar o seu papel, pois, caso contrário, estariam interferindo no equilíbrio natural dos ecossistemas, o que poderia ter efeitos desastrosos até para o homem.

O professor deve estar preparado também para agir diante da morte dos insetos, o que pode acontecer com frequência, uma vez que o ciclo de vida da maioria deles é curto. Ele deve, então, explicar para os alunos que a morte faz parte do ciclo de todo ser vivo; contudo, deve estar atento para fazer com que irresponsabilidade e indisciplina não sejam as causas das mortes.

A conclusão que temos a partir do conteúdo desta aula é que devemos considerar os insetos excelentes instrumentos para aprendizado de diferentes conceitos em Ciências e Biologia, e que eles devem ser tratados com respeito e disciplina. Cabe ao professor orientar os seus alunos sobre os tipos de coleta que serão utilizados, de acordo com o grupo de insetos em questão e os objetivos propostos.

ATIVIDADES FINAIS

1. Complete as colunas em branco da **Tabela 8.1** com o nome da armadilha, descrição da mesma e grupo de insetos para a qual é utilizada. Para a descrição da armadilha, lembre-se do que leu nesta aula e escreva com as suas próprias palavras.

Tabela 8.1: Complete a tabela a seguir de acordo com o que você aprendeu na aula

Nome da coleta	Descrição	Grupo de insetos capturados
Exemplo: coleta manual	O inseto é coletado diretamente com a mão e colocado em um saco plástico ou pote	Insetos de pouca mobilidade e que não sejam venenosos
Rede entomológica		
<i>Pitfall</i>		
Armadilha luminosa		
Arapuca		
Sugador		

2. Uma professora de 6ª série pretendia trabalhar o tema “Interações entre os seres vivos” com a sua turma, mas não sabia como formular uma atividade prática para esse tema, já que na maioria dos livros didáticos os exemplos são fora da realidade dos alunos. Uma outra professora sugeriu uma atividade prática com a criação de insetos. A primeira professora alegou que não tem como levar os alunos para um Parque Nacional e que, na cidade, ela só iria encontrar baratas e mosquitos. Além disso, para esta professora, é muito complicado e inviável criar um inseto na sua sala de aula.

a) Que argumentos você utilizaria para convencer a professora de que os insetos podem ser ferramentas de ensino para a Educação Básica?

b) Com base no que você leu até aqui, a proposta é que você elabore um jogo (exemplos: jogo de tabuleiro, cartas, jogo da memória, dominó, entre outros) sobre Interações Ecológicas, utilizando insetos como modelo. Esse jogo deve ser um material didático que possa ser aplicado com alunos da Educação Básica e, em sua apresentação, deve conter: objetivos para professores (incluindo os conteúdos que vão ser abordados no jogo), objetivos para alunos, regras, público-alvo, desenvolvimento do jogo. Esta atividade deve ser diferente de todas aquelas das aulas anteriores.

RESUMO

A observação é a chave para o entendimento de muitos processos, não só na Biologia, mas nas ciências em geral. Assim, ela deve ser feita de forma coerente com o objetivo proposto. Como os insetos são animais pequenos, o uso de uma lupa pode ajudar muito. Também é importante que seja confeccionado um esboço do inseto que você observou. Os insetos podem ser coletados diretamente com a mão ou por meio de redes entomológicas, *pitfall*, arapucas e armadilhas luminosas. A montagem dos insetos deve ser feita em conformidade com algumas regras como, por exemplo, a posição dos alfinetes, de acordo com cada grupo. Se você for criar um inseto, tenha certeza de que ele se alimenta da planta onde você o encontrou, antes de coletá-lo. Além disso, a umidade e a temperatura também devem ser controladas. A criação de insetos pode ser uma ferramenta muito importante para o aprendizado de muitos conceitos ecológicos e também para o desenvolvimento de uma consciência ecológica em seus futuros alunos.



RESPOSTAS



Ricardo F. Monteiro

Atividade 1

Colocamos aqui uma foto de besouros encontrados numa atividade de campo realizada na RPPN Bom Retiro (Aldeia Velha, RJ) (ver Aula 6). Os alunos observaram uma árvore de pequeno porte com vários indivíduos dessa espécie e com muitas marcas de alimentação. Os besouros possuíam o corpo alongado, coloração cinza e cerca de 2,5cm. Foram notados também adultos em cópula e uma estratégia de defesa (sangramento reflexo). Observe quantas informações interessantes podem ser encontradas com apenas um exemplo! Durante essa mesma atividade, os alunos observaram outras espécies e anotaram muitas informações sobre elas.

Atividade 2

O *pitfall* e a arapuca são tipos de coleta passiva. Já a rede entomológica, a coleta manual, a armadilha luminosa e o sugador exigem que o pesquisador colete ativamente os insetos durante o voo ou enquanto pousados.

Atividade 3

Seqüência da resposta: a, e, b, c, d.

Como você viu, cada tipo de armadilha possui um grupo principal de insetos como alvo. Assim, a coleta manual é usada normalmente para larvas e adultos

de pouca mobilidade. O *pitfall* é utilizado para insetos marchadores, que são representados principalmente pelas formigas. Os insetos noturnos são capturados pelas armadilhas luminosas, e a arapuca é usada na captura de insetos frugívoros. Já a rede entomológica é utilizada para a captura de insetos durante o voo.

Atividades Finais

1. Um resumo dos tipos de coleta pode ser observado na **Tabela 8.2**.

Tabela 8.2: Resumo do nome da coleta, descrição e grupo de insetos capturados pelas armadilhas

Nome da coleta	Descrição	Grupo de insetos capturados
Exemplo: coleta manual	O inseto é coletado diretamente com a mão e colocado em um saco plástico ou pote.	Insetos de pouca mobilidade e que não sejam venenosas
Rede entomológica	Parece um coador de café e é confeccionada com tecido transparente numa armação de arame com um cabo.	Insetos durante o voo, principalmente borboletas e mariposas.
<i>Pitfall</i>	É um pote enterrado no solo, onde podem ser colocadas iscas ou solução de água com detergente.	Insetos marchadores.
Armadilha luminosa	É um lençol branco esticado e com uma lâmpada. Ao serem atraídos pela luz, os insetos podem ser observados e capturados.	Insetos que são ativos ao entardecer e durante a noite.
Arapuca	É uma armação de arame e pano que possui uma fenda na parte inferior, onde é colocada a isca e por onde o inseto entra. A arapuca é pendurada em árvores e normalmente utiliza-se banana fermentada como isca.	Insetos frugívoros, principalmente borboletas e mariposas.
Sugador	É um pote com dois canudos. Quando o coletor puxa o ar por um dos canudos, o inseto é sugado para o recipiente pelo outro canudo.	Insetos pequenos e ágeis.

2. a) Para esta atividade não existe uma resposta pronta, mas alguns pontos importantes devem ser abordados. Um deles é que os insetos podem ser facilmente encontrados em qualquer jardim, horta ou mesmo em um terreno baldio próximo à escola. Além disso, os insetos não se resumem a baratas e mosquitos, uma vez que a diversidade de formas, cores, tamanhos e hábitos é muito grande. Outro ponto importante é que a criação dos insetos não exige nenhum equipamento especial, ou seja, eles podem ser facilmente criados com o uso de materiais simples como potes

plásticos e papel higiênico. Não se esquecendo, é claro, de que o cantinho escolhido deve ser arejado e sem incidência direta da luz solar. A criação desses seres vivos deve ser feita com dedicação e disciplina. Caso você tenha dúvida nos conteúdos que podem ser abordados utilizando insetos como exemplo, leia novamente o item “Insetos na Escola” desta aula, e também a Atividade 2 da Aula 5.

2. b) Tire as dúvidas e desenvolva o seu jogo com o auxílio dos tutores a distância e presencial.

Atividade prática: vamos experimentar criar um inseto em casa?

Meta da aula

Aplicar os conceitos aprendidos nas aulas anteriores, a partir do acompanhamento das fases do ciclo de vida de um inseto.

objetivos

Esperamos que, após esta atividade, você seja capaz de:

- Descrever o ciclo de vida de um inseto.
- Aplicar as noções de coleta e criação de insetos adquiridas na Aula 8.
- Comparar o ciclo de vida de uma lagarta com o de outros insetos e organismos.
- Elaborar um relatório sobre as observações realizadas.

Pré-requisitos

Para acompanhar esta aula, você necessita rever a Aula 2, pois estará acompanhando os estágios do ciclo de vida de um inseto holometábolo; a Aula 5, onde foram vistas as interações envolvendo insetos; e a Aula 8, que apresentou noções gerais sobre as formas principais de coleta e criação de insetos.

INTRODUÇÃO

A criação de insetos em laboratório possibilita aos alunos realizar observações sobre o ciclo de vida em condições controladas e no tempo real em que os fenômenos acontecem. Por meio dessa criação, podemos observar características morfológicas e comportamentais, ou seja, como se alimentam, crescem, fazem mudas etc. Por meio dessa criação de um inseto permite a experimentação visando à construção de conceitos ecológicos como competição, predação, influência de fatores físicos (como luz e temperatura), entre outros que você mesmo descobrirá ao longo do tempo e com sua própria experiência.

ATIVIDADE

Materiais necessários

Você precisará de um pote plástico com tampa e papel-toalha. O recipiente deve ter espaço suficiente para o inseto se movimentar livremente, e o papel-toalha será utilizado para forrar o fundo do pote, facilitando a limpeza.

Procedimento

Colete algumas larvas de Lepidoptera, todas da mesma espécie, em algum jardim, bosque ou mata em que você saiba que a coleta seja permitida. Isso é muito importante, uma vez que em muitos parques e reservas a coleta é proibida, exceto com autorização especial para pesquisadores. Não se esqueça de que antes de coletar qualquer inseto, você deve observar do que ele se alimenta no seu local de origem, para que se possa oferecer-lhe o alimento certo.

Crie as lagartas até a emergência dos adultos, registrando, diariamente, suas observações sobre morfologia e comportamento.

Releia a Aula 8, na qual foram dadas dicas sobre a criação de insetos. Antes e durante a criação, consulte o tutor para tirar as dúvidas e observar se a criação está sendo realizada de forma correta. Lembre-se de que você está criando um ser vivo que precisa do alimento certo, de um local limpo e do devido respeito que devemos dar a todos os organismos.

Como você viu na Aula 2, o ciclo de vida das borboletas e mariposas apresenta as fases de ovo, lagarta, pupa e adulto. Sendo assim, anote informações sobre as mudas da lagarta, como, por exemplo,

quando ela virou pupa e quanto tempo depois houve a emergência do adulto. Com base nessas informações, você pode comparar com o ciclo de vida de outros insetos.

Compare também o desenvolvimento do inseto com o de uma planta (você pode, ao mesmo tempo, colocar feijões para germinar), o de um peixe, o de um sapo e o de um homem. Pesquise sobre o ciclo de vida desses organismos, apontando semelhanças e diferenças em relação às mudanças morfológicas e comportamentais, à alimentação, ao meio em que vivem, ao ciclo de vida, às interações com outros organismos etc.

Se tudo correr bem durante a criação da lagarta, você obterá um indivíduo adulto. Quando isso acontecer, anote informações sobre cor, tamanho, forma e depois solte o adulto no mesmo local onde você coletou a lagarta.

Como organizar o que você observou?

A proposta aqui é que esta atividade seja registrada na forma de um relatório e entregue em seu pólo. O relatório deve ser confeccionado com os seguintes tópicos: Introdução, Materiais e Métodos, Resultados, Discussão e Referências Bibliográficas.

A seguir, você verá uma breve descrição desses tópicos, que você deve considerar para a confecção de seu relatório.

Título

O título do trabalho deve conter, de forma breve, a essência do trabalho. Títulos que chamem a atenção do leitor para a proposta do trabalho são os mais interessantes. Abaixo do título, são colocados o(s) nome(s) do(s) autor(es) e a instituição a que pertence(m). Normalmente, coloca-se também alguma forma de contato, como o endereço da instituição e/ou *e-mail* dos autores.

Introdução

A introdução situa o leitor em relação ao trabalho proposto. Nela, coloca-se a natureza do problema cuja resolução se descreve no relatório. Além disso, a introdução deve apresentar como o trabalho se situa em relação ao conhecimento existente, ou seja, são colocados os

dados e referências sobre trabalhos anteriores, assim como a relevância do seu trabalho. No último parágrafo da introdução, são colocados os objetivos do trabalho. No caso específico de nosso trabalho, deveríamos desenvolver o que se sabe sobre o ciclo de vida de Lepidoptera: Há um padrão? Há uma duração média ou há grande variação?

Materiais e métodos

Nos materiais e métodos, você descreve como o trabalho foi desenvolvido, de forma que a pessoa que for ler, se tiver interesse, possa repetir o experimento. Sendo assim, nos materiais e métodos, o autor descreve a área de estudo, o objeto de estudo (por exemplo, a espécie estudada), os materiais utilizados, os procedimentos, a duração do experimento e os tipos de análises que foram desenvolvidos. Tomando como exemplo a criação que você realizou, os seus materiais e métodos devem conter: data e local da coleta, estágio do inseto coletado, forma e período das observações e anotações.

Resultados

Nos resultados, você deve apresentar os dados obtidos com o seu trabalho, ou seja, os dados que você obteve por meio do uso da metodologia apropriada. Você pode colocar figuras (fotos, desenhos, esquemas ou gráficos) que ilustrem seus resultados e, em muitos casos, esses recursos funcionam melhor do que a simples descrição de um determinado fenômeno. As tabelas também podem ajudar a organizar os dados. Cada tabela e figura deve possuir uma legenda explicativa dos dados apresentados. Todas as figuras e tabelas devem ser numeradas e citadas no texto, sendo que a legenda fica localizada acima na tabela e abaixo na figura. A estatística descritiva, como média, erro e desvio padrão, variância, distribuição de frequência e a análise por meio de teste de hipóteses são apresentadas em resultados.

Discussão

Na discussão, os resultados são interpretados, comentados e avaliados de modo crítico. Neste tópico, o autor também compara os dados obtidos com outros trabalhos que apóiem ou que sejam diferentes do resultado encontrado por ele. Por exemplo, você observou que a

sua espécie estudada se alimenta de flores e tem o ciclo de vida de um mês. Você pode discutir esses dados com base no período de floração da planta hospedeira dessa espécie. Você deve comparar seus dados de ciclo de desenvolvimento com as informações disponíveis para outros organismos (planta, peixe, sapo e homem, por exemplo).

Referências bibliográficas

Trata-se de uma listagem dos livros, artigos ou outros elementos bibliográficos que foram citados e serviram como base para o seu artigo. Quando você utiliza trechos do trabalho de algum autor, deve citar o nome desse autor e a data de publicação (entre parênteses) ao final da sentença.

Assim, as referências completas são listadas no fim do trabalho. Se você observar, ao final das aulas deste módulo são citados os livros utilizados. Normalmente, as referências são citadas da seguinte forma, segundo a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas):

BORROR, Donald J.; DELONG, Dwight M. *Introdução ao estudo dos insetos*. São Paulo: Edgard, Blücher, 1988.

Como você viu, os autores são conhecidos pelos seus sobrenomes e não pelo nome. Sendo assim, a ordem para a referência é: nome do autor (todo em caixa alta), nome do livro (em itálico), cidade, editora, ano da publicação.

Quando o trabalho for um capítulo de um livro, deve-se seguir a seguinte ordem:

AUTOR do texto citado. Título do texto citado. *In*: Autor da obra. *Título da obra*. Número da edição. Local de Publicação: Editor, Ano de publicação. Número ou volume, se houver, páginas inicial-final da parte e/ou isoladas:

MACEDO, M. V. ; GRENHA, V. ; FLINTE, V.; RABELLO, T.S. Besouros Fitófagos do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. *In*: ROCHA, C.F.D.; SCARANO, F.R.; ESTEVES, F.A. (Orgs). *Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação*. São Paulo: RiMa, 2004.

Quando o trabalho for um artigo de uma revista, deve-se seguir a seguinte ordem:

AUTOR DO ARTIGO. Título do artigo. *Título da Revista* (abreviado ou não), Local de Publicação, Número do Volume, Número do Fascículo, Páginas inicial-final, mês e ano:

WATERBURY, Julie A.; JACKSON, Larry L.; SHCEDL, Paul. Analysis of the doylesex female protein in *drosophila melanogaster*: role in sexual differentiation and behavior and dependence on intersex. *Genetics*, v. 152, p. 1.653-1.667, Aug. 1.999.

Se você retirar alguma informação da internet, o *site* deve ser citado:

FOLTZ, John L. Insect Orders and Common Families. Disponível em: <<http://eny3005.ifas.ufl.edu/lab1>>. Acesso em: 26 ago. 2004.

As referências são colocadas dessa forma para que haja uma padronização no mundo todo, ou seja, para que você consiga localizar facilmente artigos nacionais, assim como artigos de pesquisadores de outros países.

Mais algumas dicas

- Organize suas idéias por meio de resumos, esquemas, tópicos e depois comece a escrever o relatório.
- Faça uma narração precisa e clara, pois isto é essencial para que as pessoas entendam as informações que você quer transmitir.
- Evite usar frases muito longas, pois cansam o leitor.
- Não se esqueça de que a pesquisa bibliográfica é muito importante para qualquer trabalho.
- Deve-se citar a fonte de figuras ou dados tirados de *sites*, livros, revistas etc.
- Lembre-se de que nomes científicos de espécies são escritos em itálico.
- Deve-se escrever entre parênteses, a primeira vez que um nome (espécie, gênero, família) é citado, o grupo (ordem) ao qual pertence.
- Pode-se abreviar o gênero após a primeira citação do nome específico. Exemplo: *Parides ascanius* por *P. ascanius*.

AUTO-AVALIAÇÃO

Como você viu, uma pesquisa científica envolve o planejamento de um estudo, a coleta de amostras, a análise e a discussão dos resultados. Assim, por meio da criação de um inseto, você pode avaliar como os dados gerados pela experimentação são demonstrados para o público na forma de um relatório. É claro que a criação que você realizou é um projeto menor e mais curto do que os que são desenvolvidos por pesquisadores. Contudo, uma atividade como essa pode ajudar você a pensar sobre como a observação, os métodos utilizados e a posterior análise de resultados são importantes para o avanço da pesquisa. Além disso, a criação de insetos pode ser realizada com os seus futuros alunos.

É interessante que você pense também em outras situações nas quais possa aplicar as informações gerais adquiridas nesta atividade.

As imagens dos insetos: mitos e preconceitos

AULA 10

Meta da aula

Mostrar como os insetos são representados em diferentes meios de comunicação, incluindo livros didáticos, promovendo com isso uma discussão sobre como essas representações podem estar contribuindo para a construção de um preconceito em relação aos insetos.

Ao final desta aula, você deverá ser capaz de:

- Reconhecer alguns dos motivos pelos quais os insetos são vistos de forma preconceituosa por grande parte da sociedade.
- Optar por materiais didáticos mais adequados para o ensino da Entomologia, permitindo ao aluno uma compreensão ampla sobre os insetos, com ênfase em sua importância ecológica.

Pré-requisitos

Para esta aula, é importante que você revise algumas aulas anteriores desta disciplina, como a Aula 1, que trata do uso dos insetos como instrumentos de ensino na Educação Básica, e a Aula 2, que trata das principais características e da diversidade dos insetos. Essa revisão servirá de base para você poder analisar criticamente as informações contidas na presente aula e assim optar pelos melhores materiais a serem utilizados em sala de aula.

INTRODUÇÃO

Ao longo deste curso, vocês estão tendo a oportunidade de aprender sobre uma série de características dos insetos, como, por exemplo, como se reproduzem e se desenvolvem, como se alimentam, qual é a importância ecológica desse grupo, dentre outros aspectos. Para a discussão promovida nesta aula, será mais importante considerarmos o último aspecto citado, isto é, a importância ecológica dos insetos. Apenas para lembrarmos, sabemos que os insetos são os animais que apresentam a maior diversidade de espécies do planeta. Do ponto de vista ecológico, eles desempenham um papel fundamental: como polinizadores, garantem a reprodução de diversas espécies de plantas; como dispersores de sementes, possibilitam uma melhor distribuição das espécies vegetais dentro de um ecossistema; ao se alimentarem de plantas ou de animais vivos ou mortos e ao servirem de presa para outros animais, os insetos contribuem para manter equilibrada uma complexa teia alimentar. Diversos animais, incluindo várias espécies de pássaros, répteis e anfíbios, alimentam-se de insetos, buscando neles sua fonte preferencial de energia. Dessa forma, sem a presença dos insetos nos ecossistemas, as consequências para esses animais seriam catastróficas. Em suma, são inúmeras as razões pelas quais os insetos são importantes para o equilíbrio ecológico de nosso planeta.

Apesar desses fatos e das constantes contribuições que entomólogos e naturalistas do passado e do presente deram e ainda dão para o entendimento e a compreensão dos insetos, é fácil perceber que a sociedade, de modo geral, desconhece sua diversidade e importância. É fácil verificarmos que existe, em nossa sociedade, um preconceito muito grande em relação a esses animais. Os insetos são quase sempre associados a aspectos negativos como doença, sujeira, medo, nojo, aversão e outros sentimentos que os desvalorizam. Assim, a ideia de *inseto* no imaginário social é completamente deformada em relação ao que eles verdadeiramente são.



ATIVIDADE

Argumentando sobre a importância dos insetos

1. Muitas pessoas afirmam que insetos são sujos, nojentos e insignificantes. Como professor de Ciências ou Biologia, é fundamental que você saiba argumentar diante de uma situação como essa, a fim de desmitificar a imagem negativa que os insetos representam para grande parte das pessoas. Para você ter os argumentos sempre na ponta da língua, escreva abaixo pelo menos três motivos pelos quais os insetos devem ser vistos de forma positiva.

RESPOSTA COMENTADA

A questão principal é que os insetos são fundamentais para o equilíbrio ecológico de diversos ecossistemas. A seguir estão alguns exemplos de como os insetos são importantes:

- *por meio da polinização, promovem a reprodução da maioria das espécies vegetais;*
- *ao se alimentarem de plantas ou de animais, vivos ou mortos, e servirem de presa para outros animais, contribuem para manter equilibrada uma complexa teia alimentar;*
- *ao dispersarem sementes e frutos, garantem uma melhor distribuição das espécies vegetais dentro de um ecossistema.*

OS INSETOS NO IMAGINÁRIO SOCIAL

Um primeiro exemplo de preconceito em relação aos insetos pode ser visto em um dicionário de Língua Portuguesa. O célebre Aurélio Buarque de Holanda começa definindo os insetos como animais segmentados e hexápodes (portadores de três pares de patas). Posteriormente, informa que inseto significa, em sentido figurado, “pessoa insignificante ou desprezível”. Em recente revisão do assunto, Costa-Neto nos mostra que dicionários de outras línguas também apresentam definições similares. Em um dicionário de língua italiana, o termo *insetto* refere-se à imagem

figurada de homem vil, desprezível e inútil. Em dicionários de língua inglesa, *insect* designa uma pessoa ou criatura insignificante, desprezível e de pequeno valor (COSTA-NETO, 1999). Evidentemente que não se trata de opiniões dos autores dos dicionários, já que eles definem os insetos em sentido figurado. Mas esses exemplos nos mostram o uso lingüístico que se faz do termo “inseto”, estando aqui associado a conceitos negativos como insignificância, desprezo e inutilidade.

No meio acadêmico, encontramos muitas pesquisas que procuram estudar as relações dos homens com os insetos, constituindo uma disciplina chamada entomologia: o estudo do conhecimento, dos usos e da classificação dos insetos pelo homem. Eraldo Costa-Neto e Paula de Carvalho (2000) realizaram, nessa área, uma pesquisa procurando verificar o nível de percepção dos insetos pelos alunos da Universidade Estadual de Feira de Santana. Ao realizarem a pergunta “Para você, o que é um inseto?”, os pesquisadores obtiveram respostas como: “monstro malvado”; “um ser daninho”; “bichinho chato”; “pessoas que incomodam”, entre outras. Em uma outra pergunta, os pesquisadores questionaram aos alunos: “Qual a importância dos insetos?”. Embora muitos tenham mencionado aspectos positivos, como “equilibrar o ecossistema” e “importante na cadeia alimentar”, alguns dos entrevistados preferiram relacionar os insetos a valores negativos, como “perturbam quando estou dormindo”, “chupam nosso sangue” e “transmitem doenças”. Com base nessa pesquisa, percebemos que, mesmo entre alunos universitários – que já recebem informações sobre Zoologia desde a 6ª série do Ensino Fundamental e que, residentes de Feira de Santana, vivem em um ambiente urbano com grande disponibilidade de informação a partir de diversos meios –, existe um desconhecimento e um imaginário negativo em relação aos insetos, revelando uma visão “equivocada” desses animais. Este é apenas um exemplo de uma manifestação muito mais ampla que ocorre em nossa sociedade.

OUTROS EXEMPLOS DE PRECONCEITO

É importante ressaltar, no entanto, que os insetos não são os únicos animais vítimas de preconceito. Recentemente, pudemos observar dois episódios que tiveram forte repercussão na mídia, ocupando as primeiras páginas dos jornais, e que demonstram a existência de

preconceito da sociedade perante alguns grupos de animais. Em 26 de abril de 2003, banhistas da Praia da Joatinga, no Rio de Janeiro, cercaram, capturaram e mataram pauladas um tubarão mangona, como reação a supostos ataques no litoral fluminense. Esses ataques, na prática, resumiram-se apenas a arranhões nos dedos de um banhista, que teria visto um vulto atrás de si, sem saber ao certo se realmente se tratava de um tubarão. O “linchamento” da Joatinga foi precedido e seguido de outras demonstrações de força, com pescadores e curiosos erguendo, em triunfo, o peixe capturado e morto como criminoso. O mesmo destino, também em 26 de abril de 2003, teve uma cobra coral, que, inadvertida da comoção causada por sua simples presença, passou perto do presidente Lula durante a visita a agricultores de Buíque, em Pernambuco. Novamente, paulada na cabeça e exposição do troféu à mídia. Esses dois exemplos ilustram o desconhecimento que grande parte da sociedade tem da importância desses animais. Os tubarões e as cobras, venenosas ou não, têm seus papéis na Natureza e são importantes para a manutenção do equilíbrio ecológico de nosso planeta. Não é porque parecem perigosos ou inúteis aos olhos humanos que eles podem ser mortos e, quem sabe, extintos. Todas as espécies são importantes e devem ser conservadas. Assim, podemos observar que existe preconceito não só em relação aos insetos, mas também a determinado grupo de animais. Para o interesse desta disciplina, no entanto, nos ateremos apenas à discussão sobre o preconceito em relação aos insetos.

POSSÍVEIS EXPLICAÇÕES

Por que será, então, que existe o preconceito? Por que os insetos, dentre os animais o grupo mais diverso do planeta e que exerce um papel ecológico fundamental dentro dos ecossistemas, são vistos de forma negativa em nossa cultura?

Sabemos que algumas espécies de insetos são transmissoras de determinadas doenças, algumas até fatais: o mosquito *Anopheles* transmite o protozoário causador da malária; o mosquito *Culex* transmite o verme causador da elefantíase ou filariose; o barbeiro transmite o protozoário causador da doença de Chagas; o mosquito *Aedes aegypti* transmite os vírus causadores da dengue e da febre amarela; existem ainda diversos outros exemplos. Para Berlinguer (1993), uma das

hipóteses para a queda do Império Romano, defendida por uma corrente de historiadores, teria sido quase exclusivamente a malária. Independentemente da veracidade dessa hipótese, a malária atinge hoje, em média, 800 milhões de pessoas por ano no mundo inteiro, com cerca de um milhão de vítimas fatais durante o mesmo período (COURA, 1992). A dengue, por sua vez, atinge hoje aproximadamente 100 milhões de pessoas por ano. Em 2002, somente no Brasil ocorreram 660 mil casos confirmados da doença. Alguns insetos herbívoros, como os gafanhotos, por exemplo, são capazes de comer plantações inteiras, causando grandes prejuízos à agricultura. A mosca berneira *Dermatobia hominis*, devido ao fato de que sua larva penetra na pele do gado, causa prejuízos à pecuária brasileira. Assim, em função dos danos que causam a nossa saúde e a nossa economia, é de se esperar, e seria até justificável, que se tenha esse preconceito em relação aos insetos.

Poderíamos apontar mais uma série de justificativas para a existência do preconceito. Porém, mesmo entendendo que possam existir diversas causas que contribuem para a construção desse sentimento de medo e repulsa aos insetos, percebemos que a maneira como eles têm sido representados em diferentes meios de comunicação, como filmes, documentários, reportagens, materiais impressos e publicidade, também pode estar contribuindo para a construção do referido preconceito (GRUZMAN, 2003). É justamente isso que procuraremos discutir nesta aula.

ATIVIDADE



Os insetos e as doenças

2. De fato, apesar de toda a importância que os insetos têm, algumas espécies desse grupo atuam como vetoras de doenças. Saber as formas de transmissão, os sintomas e os métodos de prevenção é fundamental; e, como professores, temos o dever de informar os nossos alunos. Nesta atividade, relacione as colunas a seguir, preenchendo os parênteses da segunda e da terceira colunas, referentes respectivamente aos vetores e aos sintomas, de acordo com a numeração da primeira.

Doença	Vetor	Sintomas
1 - Dengue	() Percevejo barbeiro	() Insuficiência cardíaca.
2 - Filariose	() <i>Aedes aegypti</i>	() Acúmulo de líquido e inchaço em membros inferiores.
3 - Malária	() Mosquito <i>Culex</i>	() Febres cíclicas e anemia.
4 - Doença de Chagas	() Mosquito <i>Anopheles</i>	() Náuseas, dor na cabeça, nos olhos e nas articulações.

RESPOSTA COMENTADA

A dengue, doença causada por um vírus, é transmitida ao homem através da picada do mosquito *Aedes aegypti*. Aproximadamente três a cinco dias depois da picada, os sintomas começam a aparecer, como dores de cabeça, nas articulações, em volta dos olhos, manchas vermelhas, náuseas e falta de apetite. A doença de Chagas, enfermidade causada pelo protozoário *Trypanossoma cruzi*, é transmitida ao homem pelas fezes do percevejo barbeiro (gênero *Triatoma*). Afeta vários órgãos, principalmente o coração. A malária, doença causada por protozoários do gênero *Plasmodium*, é transmitida ao homem pela picada de mosquitos do gênero *Anopheles*. Ataca inicialmente o fígado e depois destrói periodicamente as hemácias, provocando febres cíclicas e anemia. A filariose, doença causada pelo verme *Wuchereria bancrofti*, é transmitida ao homem pela picada de mosquitos do gênero *Culex*. Os vermes alojam-se nos vasos linfáticos. A obstrução dos vasos ocasiona acúmulo de líquido e inchaço na parte afetada, geralmente em membros inferiores (pernas, bolsa escrotal), em mamas etc.

OS INSETOS NA MÍDIA

Se fizermos uma rápida análise, podemos observar que os insetos têm sido cada vez mais representados pelos meios de comunicação. Os livros didáticos de Biologia apresentam cada vez mais figuras e fotografias de insetos. Nunca foram feitos tantos filmes e documentários a respeito deles, seja de ficção ou filmes ditos educativos. A própria publicidade se apropria de imagens de insetos. Surge então um paradoxo: excesso de imagens e representações dos insetos, ao mesmo tempo que se mantém o preconceito contra esses seres vivos. Isso nos remete então a um questionamento sobre

a visão de insetos que essas representações nos fornecem. O que elas nos ensinam sobre eles? Elas possibilitam uma reflexão sobre a importância ecológica dos insetos, ou os abordam de maneira reducionista, vendo-os só a partir de determinado ângulo?

Em filmes de ficção, encontramos facilmente exemplos de associação dos insetos ao terror e à destruição. Muitos filmes realizados nas décadas de 1950 e 1960 adotavam tal metodologia, como, por exemplo, *Mundo em perigo* (*Them!*, EUA, 1954) de Gordon Douglas, que conta a inusitada história de um ataque de formigas gigantes a Los Angeles. Outro exemplo é o filme *O louva-deus assassino* (*Deadly Mantis*, EUA, 1958), de Nathan Juran, em que um louva-deus gigante, após permanecer milhares de anos preso no interior de uma pedra de gelo no pólo Norte, é descongelado e começa a aterrorizar a cidade de Washington, capital dos Estados Unidos. Existem também exemplos mais recentes, como o filme *Hospedeiros:*

a ameaça interior (*They Nest*, EUA, 2000), dirigido por Ellory Elkayem, o mesmo diretor do ainda mais recente *Malditas aranhas* (este diretor parece estar realmente empenhado em mitificar pequenos invertebrados). O filme *Hospedeiros* mostra uma história fictícia em que indivíduos de uma espécie de barata africana (*Phylomenescus cerebeus*), que utilizam os seres humanos como hospedeiros para sua reprodução, ocasionando sua morte, chegam a uma ilha do Ocidente e começam a se multiplicar. Aos poucos, os moradores da cidade vão se transformando em vítimas desses “terríveis insetos”.

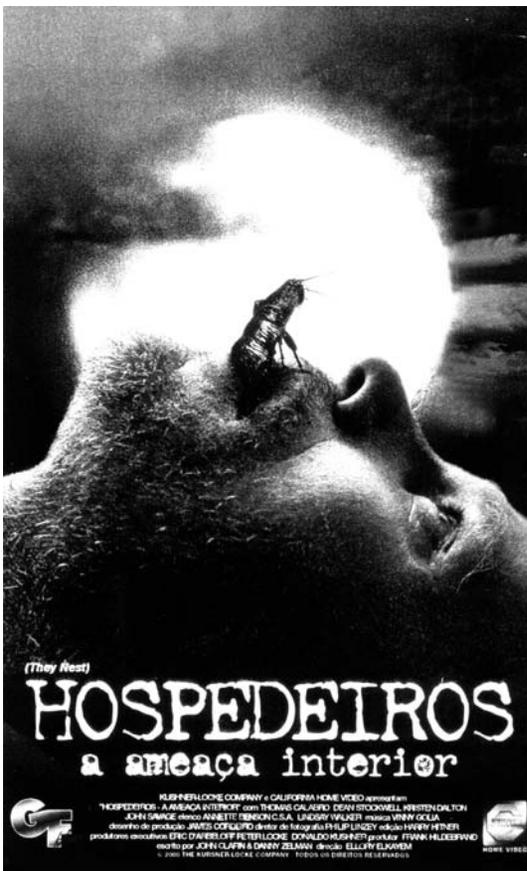


Figura 10.1: Cartaz do filme *Hospedeiros: a ameaça interior*.

Outro exemplo é o filme *Tropas estelares* (*Starship Troopers*, EUA, 1996), do diretor Paul Verhoeven. Nesta ficção, o planeta Terra, num futuro próximo, é ameaçado por insetos e outros artrópodes gigantes, habitantes do distante planeta Klendathu. Esses “insetos”, que pouco têm a ver com os reais, lançam meteoros em direção à Terra, provocando mortes e destruição. A salvação dos habitantes de nosso planeta contra os terríveis insetos está no exército da Federação, as chamadas tropas estelares. Por meio de uma rede de televisão (Federal Network), o governo incentiva os jovens terráqueos a se alistarem no exército. Em uma das propagandas, aparecem algumas crianças, raivosas, pisando em baratas, enquanto a mãe sorri e os incentiva. A voz do narrador fala: “Todos estão fazendo a sua parte! Você está?” Após os insetos lançarem mais um meteoro contra a Terra, destruindo uma cidade inteira, alguns humanos declaram: “Inseto bom é inseto morto”. Ou ainda: “Matem tudo que vocês virem com mais de duas pernas.” Não é necessário muito esforço para concluirmos sobre o efeito negativo desse filme na concepção das pessoas sobre os insetos. Poderíamos citar ainda diversos outros. O principal, porém, é perceber que os filmes de ficção, quando se apropriam dos insetos, quase sempre o fazem de maneira a mitificar os insetos, associando-os ao terror e à destruição.

Dentro do universo audiovisual, não são apenas os filmes de ficção que parecem estar promovendo uma mitificação dos insetos. Alguns documentários veiculados pela televisão, e que muitas vezes são utilizados em sala de aula, concentrando-se em mostrar apenas os aspectos negativos dos insetos, podem também estar contribuindo para a construção do preconceito em relação a esse grupo. Tomemos como exemplo *O regresso dos insetos assassinos* (*Return of the Killer Bugs*, 1999), dirigido por Peter e Harriet Getzels e produzido pela BBC. Esse documentário aborda a questão do aumento global da incidência de doenças transmitidas por agentes patogênicos, em função das alterações climáticas no mundo. Ora, se o documentário trata de doenças causadas por insetos, ratos e vírus, por que chamar o programa de *O regresso dos insetos assassinos*? Por que superestimar a “culpa” dos insetos no problema que se discutirá posteriormente, se o próprio documentário fala de doenças transmitidas por outros animais? Dessa forma, os insetos acabam sendo eleitos os únicos culpados pelos prejuízos.

OS INSETOS NOS LIVROS DIDÁTICOS

Até mesmo em livros didáticos de Ciências ou Biologia, ao contrário do que se deveria esperar, podemos encontrar exemplos de frases e imagens que podem estar reforçando o preconceito em relação aos insetos. Essa, talvez, seja a questão mais importante a ser discutida aqui. Os materiais impressos representam hoje a tecnologia dominante e hegemônica em grande parte dos processos de ensino e aprendizagem que ocorrem nas escolas (MOREIRA, 1998). Embora não exista um padrão geral ou hegemônico de uso desse tipo de material, os livros geralmente servem tanto como o único apoio ao aluno quanto como orientador para as aulas do professor. Em função dos livros didáticos terem um *status* de discurso oficial, os alunos em geral acreditam que eles veiculam verdades inquestionáveis. Dessa forma, o conteúdo dos livros didáticos bem como a forma como ele é abordado apresentam um papel determinante nos processos educativos. Assim, torna-se fundamental procedermos a uma análise rigorosa desses materiais antes de utilizá-los em sala de aula.

No livro didático *A biodiversidade*-Volume 2, destinado a alunos da 6ª série do Ensino Fundamental, os autores Silva e Fontinha, ao falarem sobre a larva das borboletas e mariposas, afirmam que “as lagartas normalmente têm formas assustadoras” (SILVA; FONTINHA, 1998, p. 76). Temos aqui um exemplo claro de mitificação dos insetos. As lagartas são, em princípio, larvas dos insetos lepidópteros (borboletas e mariposas), isto é, são o estágio imaturo desses insetos, antes de se transformarem em pupa e posteriormente em inseto adulto (imago). Na frase do livro didático, o verdadeiro sentido de lagarta é submisso, tornando-se cúmplice de um conceito posteriormente constituído: O de que elas são assustadoras. Para os autores, as lagartas têm formas assustadoras. Para mim, ao contrário, elas são belas, magníficas, extraordinárias. E qual será a opinião dos alunos? Lendo o livro, eles acabam não tendo direito ou espaço para formular suas opiniões. Com essa fala mítica, os autores naturalizam o preconceito segundo o qual as larvas dos insetos lepidópteros seriam assustadoras. Por que, em vez de imporem essa visão, os autores não colocam fotografias de algumas lagartas, permitindo assim que os alunos possam construir suas próprias opiniões a respeito delas?

Ricardo Monteiro



Vagner Reis

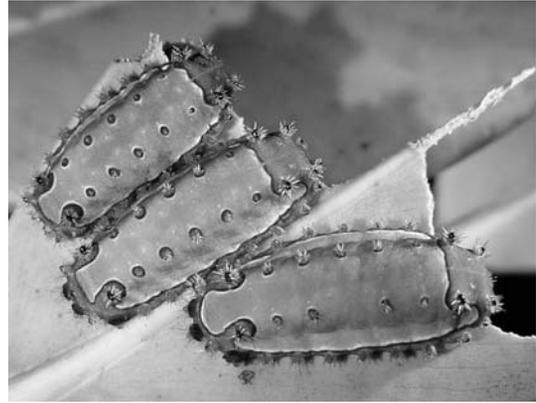


Figura 10.2: Larvas de insetos lepidópteros.

Nos livros didáticos de Ciências e Biologia, é comum encontrarmos, no início dos capítulos destinados ao estudo de insetos, figuras esquemáticas onde as principais estruturas do corpo são assinaladas e suas respectivas funções descritas, como vemos na **Figura 10.3**.

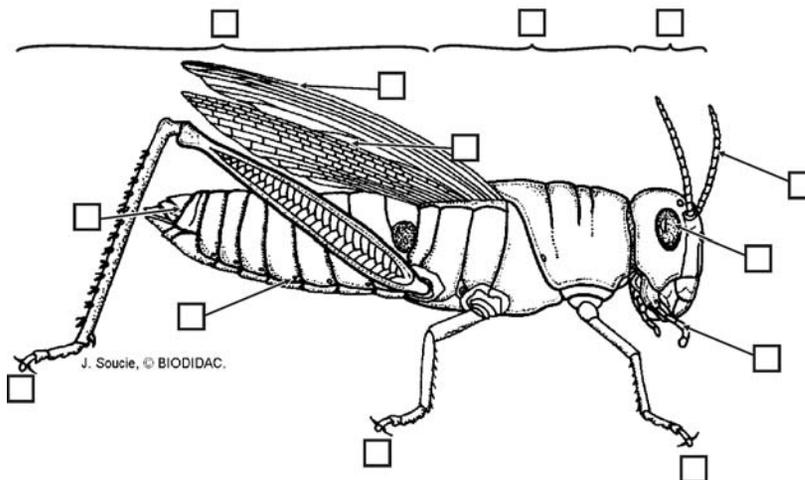


Figura 10.3: Desenho esquemático de um inseto, geralmente encontrado em livros didáticos.

Devemos nos questionar sobre a validade de se iniciar um capítulo dessa maneira. De que adianta descrever as funções que cada parte do corpo do inseto desempenha, sem antes falar sobre o comportamento e os hábitos dos insetos? Qual o sentido de informar que as garras do gafanhoto servem para ele prender-se a superfícies ásperas, se o aluno não tem informações sobre os *habitats* que eles ocupam nos ecossistemas? De que adianta informar que as antenas têm função sensitiva, se aluno não sabe quais tipos de comportamentos dos insetos são dependentes dos estímulos que lhes chegam às antenas? As informações, assim, são passadas de forma descontextualizada, cabendo ao aluno apenas memorizá-las.

Percebemos, também, que essa figura procura apenas distinguir as diferentes partes do corpo do inseto, isto é, representa-o apenas em um nível suficiente para que possamos diferenciar as asas, as antenas, os olhos e algumas outras estruturas. Não procura mostrar o inseto em si. O desenho é plano, sem relevo e sem cores, não dando conta de nos mostrar o animal integralmente, isto é, sem evidenciar sua textura, suas cores, sua beleza ou qualquer outro aspecto além da simples distinção entre os compartimentos do seu corpo.

Não é difícil perceber que quase todos os livros didáticos, em nome de um suposto didatismo, adotam essa metodologia. Algumas vezes, até mesmo em encartes distribuídos por jornais, mostram o corpo dissecado, com as diferentes estruturas soltas, ignorando o corpo do inseto em seu conjunto.

É claro que representações que fragmentam o corpo de organismos vivos têm sua importância. Para os entomologistas que estudam taxonomia, por exemplo, essa metodologia é fundamental, até porque muitas vezes o que diferencia uma espécie de outra são detalhes da estrutura reprodutiva. O problema que apontamos é que os livros didáticos podem estar adotando essa metodologia de representação fragmentada sem realizar uma reflexão sobre seu alcance pedagógico, já que uma representação integral do corpo do inseto é fundamental para entender como é realmente o seu corpo.

É importante ressaltarmos, também, que não estamos colocando em equivalência as imagens desses materiais didáticos com as imagens dos filmes de ficção que citamos anteriormente. Por mais que critiquemos essas duas fontes, evidentemente que elas não produzem o mesmo efeito na concepção que as pessoas têm sobre os insetos. Porém, se por um lado

as imagens desses materiais didáticos não podem ser responsabilizadas pela construção de um imaginário negativo em torno dos insetos, por outro, elas também não estão servindo para o esclarecimento, e conseqüentemente para a desmitificação do grupo, na medida em que os insetos estão sendo abordados de maneira fragmentada e reducionista.

CONCLUSÃO

No campo da Educação, Paulo Freire comenta que “é indispensável ter antes a visão totalizada do contexto para, em seguida, separar ou isolar os elementos ou as parcialidades do contexto, através de cuja cisão se pode voltar com mais clareza à totalidade analisada” (FREIRE, 1970, p. 113). Em geral, os livros didáticos representam os insetos sem realizarem uma reflexão sobre o alcance pedagógico das imagens. Prevalece, nesses meios, uma imagem fragmentada dos insetos. É claro que representações que fragmentam o corpo de organismos vivos têm sua importância, conforme já discutimos. Embora produtiva do ponto de vista da pesquisa científica, essa mesma abordagem, quando transportada para o livro didático, não responde a um questionamento mais abrangente sobre os insetos. Assim, uma representação integral do corpo do inseto, em vez de uma representação fragmentada, é fundamental para entender como é o seu corpo. Logo, um entendimento mais amplo sobre os insetos, por sua vez, é a melhor ferramenta para acabarmos com o preconceito que existe em relação a esses animais. Entendemos também que os insetos só podem ser integralmente compreendidos quando inseridos no ambiente que ocupam, isto é, quando analisados a partir de uma perspectiva ecológica. Pode-se concluir, dessa forma, que as representações dos insetos que priorizam esse aspecto ecológico, seja por meio de textos ou de imagens, talvez possam contribuir para reverter o atual desconhecimento e o conseqüente preconceito em relação aos insetos.

RESUMO

São inúmeros os exemplos de como os insetos são importantes para o equilíbrio ecológico de nosso planeta. Paradoxalmente, é fácil perceber que existe, em nossa sociedade, um preconceito muito grande em relação a esses animais. Algumas pesquisas no campo da etnoentomologia mostram que os insetos são, quase sempre, associados a aspectos negativos como doença, sujeira, medo, nojo, aversão e outros sentimentos que os desvalorizam. Mesmo entendendo que podem existir diversas causas que contribuem para a construção desse sentimento de medo e de repulsa com relação aos insetos, percebemos que a maneira como eles têm sido representados em diferentes meios de comunicação como, filmes, documentários e até mesmo em materiais didáticos, também podem estar contribuindo para a construção do referido preconceito. Para reverter esse quadro e podermos construir uma imagem dos insetos a partir do que eles realmente são, torna-se fundamental realizar uma análise cuidadosa dos materiais didáticos sobre entomologia antes de utilizá-los em sala de aula.



Esta é uma proposta de atividade que você, no futuro, poderá realizar com seus alunos ou com pessoas da sua comunidade. Evidentemente que, tal qual a grande diversidade de espécies, existe também uma diversidade muito grande de conceitos e significações atribuídos aos insetos. Diferentes grupos ou culturas humanas estabelecem diferentes tipos de relações com esses animais. Para saber sobre a maneira como a comunidade em que você vive vê ou representa os insetos, é fundamental fazer um levantamento prévio sobre a concepção que as pessoas têm dos insetos. Procure aplicar em sua comunidade, especialmente com alunos de Ensino Médio e Fundamental, um questionário contendo algumas perguntas simples, por meio das quais é possível fazer essa avaliação. Exemplo:

- Para você, o que é um inseto?
- Cite exemplos de insetos que você conheça.
- Qual a importância dos insetos?

Para que o resultado da sua pesquisa seja significativo, é importante entrevistar um número grande de pessoas (30, por exemplo). Após aplicar os questionários, você deverá fazer uma análise das respostas e tentar elaborar uma conclusão sobre como a sua comunidade vê os insetos.

AUTO-AVALIAÇÃO

Procuramos, ao longo desta aula, chamar a atenção para o cuidado que devemos ter com as imagens que utilizamos em sala de aula, sejam aquelas presentes em livros didáticos, em vídeos educativos ou em filmes de ficção. Muitas vezes, elas podem contribuir para a manutenção de preconceitos existentes no imaginário coletivo como é observado em relação aos insetos. Não existe, porém, fórmula para saber qual imagem é boa ou ruim. Cada um terá uma opinião. O fundamental, porém, é que ao final desta aula você perceba que é importante ter sempre um olhar crítico em relação a esses materiais, analisando com cuidado tanto as imagens quanto o texto, antes de utilizá-los em sala de aula.

A importância dos insetos como modelo de estudo

AULA

11

Meta da aula

Apresentar as razões que permitem aos insetos serem bons modelos de estudo para a biologia dos vertebrados.

objetivos

Ao final desta aula, espera-se que você seja capaz de:

- reconhecer que processos biológicos fundamentais, já existentes nos insetos desde seu surgimento, foram conservados até os dias de hoje;
- identificar, no raciocínio científico objetivo baseado em experiências bem conduzidas, o poder de desvendar a Natureza;
- reconhecer a importância do estudo com insetos para o desenvolvimento de várias teorias em Biologia.

INTRODUÇÃO

Os insetos constituem o grupo de seres vivos com maior número de espécies. Estima-se que esse número possa chegar a 30 milhões de espécies, mas no momento conhecemos somente cerca de um milhão. Esta enorme variedade, característica dos insetos, permitiu que eles ocupassem, praticamente, todos os ambientes existentes no planeta. Esta grande expansão e domínio dos insetos deve-se, provavelmente:

- à aquisição de um exoesqueleto de quitina, que os protege fora do ambiente aquático;
- à aquisição de asas, que facilitou a sua dispersão e a colonização de novos ambientes;
- ao seu pequeno tamanho, que permitiu um ciclo de vida bastante curto e o aumento do número de indivíduos de cada espécie.

Essa enorme variabilidade dos insetos permite que os cientistas, hoje, possam encontrar, um modelo adequado para o seu estudo. Em virtude dessa variabilidade, será sempre possível encontrar uma espécie que permita ou facilite o estudo em questão.

Os insetos surgiram há cerca de 300 milhões de anos, portanto, muito antes do homem (cerca de 1 milhão de anos). Ao longo do processo de evolução da espécie humana, a Natureza utilizou os mesmos mecanismos bioquímicos e fisiológicos básicos, já existentes nos insetos; entretanto, modificou alguns desses mecanismos, para adaptá-los às características do homem. Fica fácil agora entender por que os estudos já realizados com insetos tiveram tanto impacto no entendimento dos mecanismos fundamentais que governam o funcionamento dos mamíferos em geral e, em particular, do homem.

Nesta aula, serão apresentados alguns exemplos que ilustram como alguns conhecimentos sobre o funcionamento dos insetos foram úteis para o entendimento do corpo humano.

Evolução das espécies

O marco fundamental que deu impulso à biologia moderna foi a teoria desenvolvida por Charles Darwin (1859) em suporte à evolução das espécies. Até então, pensava-se que as espécies animais e vegetais eram imutáveis, isto é, as espécies não haviam se modificado no passado e não seriam modificáveis no futuro. Essa noção era, na época, fortemente apoiada por muitos filósofos, instituições religiosas e mesmo biólogos, como, Linnaeus, que estava envolvido na classificação das espécies. Os biólogos acreditavam na imutabilidade das espécies baseada nas qualidades morfológicas que as mesmas tinham em comum. Em "A origem das espécies" e em trabalhos posteriores, Darwin argumenta

que as características morfológicas de uma espécie seriam o resultado de uma seleção natural entre os vários membros de uma espécie ancestral. A combinação da capacidade de crescimento populacional de uma espécie com as restrições ambientais levaria a uma condição denominada, por Darwin, de “luta pela sobrevivência”. O sentido dessa luta não seria necessariamente o da luta entre indivíduos, mas, sim, a possibilidade de morte antes da idade reprodutiva. Assim, as muitas variações e restrições sofridas pelas espécies na luta pela sobrevivência levariam, conseqüentemente, à seleção e à proliferação das espécies mais adaptadas ao meio ambiente e mais eficientes na reprodução. O resultado da seleção é descrito como a sobrevivência dos mais aptos. A fonte da variabilidade e os mecanismos evolutivos só puderam ser conhecidos após os trabalhos de Mendel.

Os processos genéticos responsáveis pela transmissão das características parentais dos homens aos seus descendentes puderam ser entendidos com a ajuda fundamental da *Drosophila melanogaster*, a mosca-das-frutas. Da mesma maneira, estudos com outros insetos foram fundamentais para a aquisição de novos conhecimentos relacionados à fisiologia e à bioquímica do corpo humano, como a ação de hormônios esteróides ou mesmo como as células humanas são capazes de adquirir substâncias do meio externo por **ENDOCITOSE**. Esses conceitos foram desenvolvidos utilizando insetos como modelo de estudo.

A reprodução sexuada e o desenvolvimento de um organismo multicelular composto por tipos diferentes de células e tecidos, a partir de uma única célula, o ovócito fertilizado, são características marcantes do desenvolvimento de animais complexos. Durante o processo embrionário, o ovo se divide para dar origem a milhões de outras células que farão parte de estruturas distintas, como o fígado, o cérebro ou os músculos. Esta estratégia foi adotada por organismos ovíparos e não-ovíparos. Dentre os organismos ovíparos, incluindo os insetos, o desenvolvimento embrionário ocorre fora do organismo materno. Portanto, a sobrevivência do embrião depende exclusivamente do material acumulado para o seu desenvolvimento. Esse material, conhecido como vitelo, é composto de proteínas, lipídios, carboidratos e outros componentes minoritários, que se encontram empacotados em organelas específicas, conhecidas como grânulos de vitelo, no interior dos ovócitos. A fertilização dos ovócitos dispara o processo de embriogênese, que obedece ao padrão genético, característico de cada espécie. Assim, o vitelo deve disponibilizar a energia e os substratos

ENDOCITOSE

É a captação de macromoléculas do meio, que se aprofunda até se destacar na forma de vesícula, através de uma invaginação da membrana plasmática.

necessários de acordo com o programa genético do embrião. Apesar do que foi dito anteriormente, a conexão entre embriologia e genética não era tão aparente assim no passado. Durante muito tempo, essas duas disciplinas se desenvolveram de forma independente.

Com a redescoberta das leis de Mendel, em 1900 (o trabalho de Mendel data de 1865), ocorreu um grande interesse em mecanismos de herança, principalmente em relação à evolução. Enquanto a Genética era entendida como o estudo da transmissão dos elementos hereditários de geração a geração, a Embriologia se restringia ao estudo de como um organismo individual se desenvolve. A Genética, neste caso, parecia pouco importante. Uma ligação entre a Genética e a Embriologia foi estabelecida quando Wilhelm Johannsen (1909) fez a distinção entre genótipo e fenótipo. O genótipo é o conteúdo genético adquirido dos pais. Já o fenótipo seria as características físicas, que podem ser reconhecidas visualmente como semelhantes às da geração anterior, bem como a estrutura interna e bioquímica. O desenvolvimento pode ser analisado como a interação entre genótipo e fenótipo, isto é, como o conteúdo genético pode ser expresso durante o desenvolvimento para originar um organismo funcional. Apesar disso, somente com a descoberta, em 1940, de que genes codificavam proteínas, é que realmente a conexão entre genética e embriologia foi firmemente estabelecida. Já se conhecia o fato de que as propriedades de uma célula eram definidas pelas proteínas que ela continha. Portanto, os genes poderiam controlar as propriedades celulares e a síntese de proteínas, que ocorriam durante o desenvolvimento embrionário. Voltaremos a este assunto mais tarde.

ATIVIDADE



1. Usualmente define-se fenótipo como a característica observada em um indivíduo, resultante da ação combinada do genótipo e do ambiente. Como professor, você quer levar seus alunos a refletirem um pouco mais sobre o assunto e apresenta o conceito de “fenótipo estendido,” introduzido por Richard Dawkins, em 1982, no seu livro *O fenótipo estendido*. O autor desenvolve a idéia de que um gene tem influência no ambiente em que o organismo vive por meio da manipulação do comportamento deste organismo, gerando características no ambiente que são exclusivas da espécie – essas características seriam fenótipos estendidos.

Para exemplificar esse conceito usando insetos, você poderia visitar o jardim da escola, por exemplo, e mostrar:

- () as asas de uma borboleta
- () as galhas de uma planta
- () um ninho de marimbondos
- () o aparelho bucal de um besouro

OS INSETOS E A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO SOBRE A HEREDITARIEDADE

O estudo da hereditariedade, agora conhecido como Genética, foi objeto de extraordinário desenvolvimento no século passado. Atribui-se formalmente o crédito sobre a teoria cromossômica da hereditariedade a Walter Sutton (pesquisador americano) e Theodor Boveri (biólogo alemão). Em 1902, esses pesquisadores reconheceram, cada um por si, que o comportamento das partículas de Mendel, durante a produção de gametas em ervilhas, era idêntico ao comportamento dos cromossomos durante a meiose. Isto quer dizer que os genes são aos pares, assim como os cromossomos o são; os membros de um par de genes segregam igualmente nos gametas (assim como os membros de par de cromossomos homólogos); diferentes pares de genes atuam de forma independente (assim como os pares de cromossomos). Em função desse comportamento paralelo entre genes e cromossomos, sugeriu-se que os genes estariam localizados nos cromossomos (**Figura 11.1**)

	Pareamento	Segregação	Segregação independente
Fatores mendelianos	Aa	A a	A _____ a B _____ b ou A _____ a b _____ B
Cromossomos			

Figura 11.1: Comparação do padrão de segregação dos fatores mendelianos com o dos cromossomos.

No início do século XX, a hipótese cromossômica sofreu um enorme impacto, pois, a princípio, unificava a citologia com a genética. Apesar disso, várias objeções eram levantadas: a) Como interpretar o que ocorria no período da interfase, quando os cromossomos não eram visíveis? b) Como garantir que a estrutura física dos cromossomos era mantida intacta nesse período? Além disso, alguns organismos apresentavam cromossomos muito parecidos. Assim, como era possível garantir que os cromossomos não estavam se segregando aleatoriamente? As leis de Mendel requerem segregação ordenada dos alelos. Argumentava-se, ainda, que os cromossomos continham as mesmas “informações”. Estudos realizados, por Elinor Carothers (1913), com insetos (esperanças) em situações cromossômicas especiais (par heteromórfico; de tamanhos diferentes), ajudaram a reforçar a teoria cromossômica. Carothers utilizou esses cromossomos pouco usuais como marcadores citológicos. Observando o núcleo durante a anáfase, a pesquisadora pôde contar o número de vezes que um cromossomo do par heteromórfico migrava para o mesmo pólo do cromossomo não-pareado. (Figura 11.2).

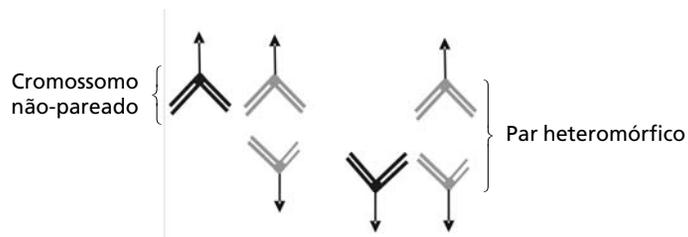


Figura 11.2: Padrão de segregação envolvendo um par heteromórfico e um cromossomo não-pareado.

Embora fosse uma situação atípica, os cromossomos não-homólogos se segregavam independentemente. Outros resultados se juntaram a esses, como os de Alfred Blakeslee, em 1922. Esses resultados mostraram que as linhagens com o mesmo número de cromossomos tinham fenótipos distintos e, portanto, os cromossomos não deveriam conter as mesmas informações. Essas observações reforçaram a hipótese cromossômica, mas, ainda assim, não havia uma prova de que os genes se localizavam nos cromossomos.

OS INSETOS E A DESCOBERTA DOS CROMOSSOMOS LIGADOS AO SEXO

Durante os cruzamentos realizados para se estudar uma determinada característica, não havia diferenças no resultado, isto é, se a característica estava associada ao sexo masculino ou feminino. Cruzamentos recíprocos promoviam uma prole similar. A primeira exceção a essa regra foi observada em 1906 por Doncaster e Raynor, estudando a cor das asas de uma mariposa. Eles estavam estudando asas claras e asas escuras. Quando as fêmeas de asas claras eram cruzadas com machos de asas escuras, todos os descendentes apresentavam asas escuras, indicando que o caráter asa clara era recessivo. Ao realizar o cruzamento recíproco (fêmeas de asas escuras e machos com asas claras), verificou-se que todos os descendentes machos tinham asas escuras e todas as fêmeas apresentavam asas claras. Esse cruzamento recíproco não fornecia a mesma prole. Estudos realizados por Bateson em relação às características das penas das galinhas davam resultados similares aos observados com as asas de mariposas. A similaridade entre os dois resultados era muito instigante.

A explicação para esse fato surgiu das experiências realizadas com *Drosophila melanogaster* por Thomas Hunt Morgan, na primeira década do século XX. A cor normal dos olhos de *Drosophila* é vermelho brilhante, mas Morgan havia descoberto um macho com olhos brancos. Quando ele cruzou este macho com uma fêmea de olhos vermelhos, todos os descendentes apresentaram olhos vermelhos.

Primeiro cruzamento

fêmea (vermelhos) X macho (brancos)
 ↓
 fêmeas (vermelhos) + machos (vermelhos)

Segundo cruzamento

fêmea (vermelhos) X macho (vermelhos)
 ↓
 (1/2) fêmeas (vermelhos) + (1/4) machos (vermelhos) + (1/4) machos (brancos)

Terceiro cruzamento

macho (brancos) X fêmea (vermelhos) – oriunda do primeiro cruzamento
 ↓
 (1/4) fêmeas (vermelhos) + (1/4) machos (brancos) + (1/4) machos (vermelhos) + (1/4) fêmeas (brancos)

Quarto cruzamento

Fêmea (brancos) X macho (vermelhos) – recíproco do primeiro cruzamento
 ↓
 (1/2) machos (brancos) + (1/2) fêmeas (vermelhos)

O segundo cruzamento, entre os descendentes de olhos vermelhos, resultou em uma relação 3:1 para olhos vermelhos e brancos. No entanto, todos os de olhos brancos eram machos. Entre os descendentes com olhos vermelhos, a razão entre fêmeas e machos era de 2:1. Morgan continuou os cruzamentos, e quando, no terceiro cruzamento cruzou machos de olhos brancos com as fêmeas de olhos vermelhos do primeiro cruzamento, obteve machos e fêmeas de olhos brancos e vermelhos em números iguais. Finalmente, no quarto cruzamento, ao cruzar fêmeas de olhos brancos com machos de olhos vermelhos (recíproco do cruzamento original), todas as fêmeas apresentavam olhos vermelhos e todos os machos olhos brancos, diferentemente, portanto, do cruzamento original. O ponto diferencial entre as experiências realizadas com mariposas, galinhas e *Drosophila* era que, com galinhas e mariposas o cruzamento recíproco diferencial aparecia quando o macho era o portador do gene recessivo. Já na *Drosophila*, isto ocorria, quando a fêmea era a portadora do gene recessivo.

A explicação sugerida por Morgan baseou-se em resultados anteriores também obtidos com insetos.

As informações que ajudaram Morgan a explicar os resultados se baseavam também em informações obtidas com insetos. H. Henking, em 1891, trabalhando com machos de uma espécie de percevejo (Hemiptera), observou que núcleos meióticos apresentavam 11 pares de cromossomos e um elemento não pareado que movia para um dos pólos durante a primeira divisão meiótica. Henking denominou esse elemento de corpo X. Embora ele tivesse interpretado esse fato como sendo um nucléolo, na realidade, tratava-se de um cromossomo. Edmond Wilson, em 1905, trabalhando com um outro hemíptero, o *Protenor*, observou que as fêmeas tinham 7 pares de cromossomos, mas os machos apresentavam 6 pares e um cromossoma não pareado. Wilson denominou, por analogia, de cromossoma X. No mesmo ano, Nettie Stevens, trabalhando com o besouro *Tenebrio*, observou que machos e fêmeas apresentavam o mesmo número de cromossomos, mas que um dos pares de cromossomos do macho era heteromórfico (de diferentes tamanhos). Um dos membros do par era idêntico ao da fêmea e foi denominado de cromossomo X, o outro, diferente, que nunca foi encontrado nas fêmeas, foi denominado de cromossomo Y. Observou-se, ainda, que a *Drosophila* apresentava um quadro similar, isto é, com 4 pares de cromossomos, sendo um deles heteromórfico nos machos.

Com essas informações de fundo, Morgan explicou os resultados como se segue:

1. Os cromossomos X e Y pareciam determinar o sexo das moscas.

2. As fêmeas de *Drosophila* apresentam 4 pares de cromossomos, já os machos apresentam 3 pares de cromossomos e um par heteromórfico.

3. A meiose nas fêmeas produz ovócitos com um cromossomo X.

4. A meiose nos machos produz dois tipos de espermatozóide: um com cromossomo X e o outro com o Y.

5. Por essa explicação, a união entre o espermatozóide e o ovócito produz uma fêmea XX e um macho XY, em número igual, em função da segregação semelhante dos cromossomos X e Y.

6. Morgan assumiu que os alelos cor de olhos vermelhos e brancos estavam associados ao cromossomo X, sem correspondência no cromossomo Y. Portanto, as fêmeas poderiam ter duas cópias do gene, enquanto os machos teriam somente uma.

Essas explicações eram totalmente consistentes com os resultados genéticos obtidos por meio dos cruzamentos recíprocos, mas o resultado

era correlacional e não havia ainda uma prova definitiva da teoria cromossômica de Sutton-Boveri.

A prova finalmente surge com os estudos desenvolvidos em *Drosophila* por Calvin Bridges, um estudante de Morgan. Ele observou que os cruzamentos entre fêmeas de olhos brancos X^bX^b com machos de olhos vermelhos X^vY , que deveriam gerar fêmeas de olhos vermelhos X^bX^v e machos de olhos brancos X^bY , podiam, excepcionalmente, gerar filhos (na proporção de 1 em cada 2000 descendentes) com características parentais do mesmo sexo, isto é, fêmeas de olhos brancos e machos de olhos vermelhos. Todos os machos eram estéreis. Coletivamente, esses indivíduos são chamados de descendentes primários excepcionais. Quando Bridges cruzou fêmeas excepcionais de olhos brancos com machos normais de olhos vermelhos, obteve 4% de fêmeas de olhos brancos, que foram denominadas de descendentes secundários excepcionais. É interessante observar, neste caso, que os machos de olhos vermelhos eram férteis. Como explicar esses descendentes excepcionais?

A hipótese de Bridges foi a de que poderia haver erros raros durante a meiose nas fêmeas, e que os cromossomos X poderiam não se segregar, o que resultaria em uma meiose com XX e outro com nenhum X. Essa falha é conhecida como não disjunção. A fertilização de células com esses tipos de núcleos pode gerar 4 classes zigóticas:

XXX (inviável);

XXY (fêmeas de olhos brancos);

X0 (macho estéril) e

Y0 (inviável).

Feitas essas previsões, Bridges pôde testar a sua hipótese, que foi totalmente confirmada. Finalmente, pôde-se provar a existência de uma entidade física, o cromossomo, que continha os genes que segregavam de acordo com as leis de Mendel. Bridges utilizou a teoria cromossômica para prever, com sucesso, o resultado esperado de suas análises genéticas.

Como vocês podem ver, a grande maioria das contribuições para a elaboração da teoria cromossômica e para a confirmação da localização dos genes nos cromossomos foi realizada utilizando os insetos como modelo de estudos. Sabe-se, no entanto, que os conceitos definidos valem também para os mamíferos, inclusive o homem. A razão disso recai sobre o processo de seleção dos mecanismos biológicos eficientes, que

foram conservados ao longo do processo evolutivo. Assim, na época do aparecimento dos insetos, esses mecanismos básicos, que governam o processo hereditário, já haviam sido selecionados e foram mantidos nos seres vivos que surgiram posteriormente.

A IMPORTÂNCIA DA *DROSOPHILA MELANOGASTER* NA BIOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO

O filósofo grego Aristóteles, observando o desenvolvimento do embrião, sugeriu, e estava certo, que as estruturas apareciam progressivamente, em um processo que chamou de epigênese (desenvolvimento gradual da complexidade). Embora essas idéias tenham perdurado muito tempo (até boa parte do século XVII), outras, contrárias a essa hipótese, surgiram (principalmente por parte daqueles que acreditavam na teoria da criação divina do mundo) como, por exemplo, a de que os embriões já existiriam desde a criação do mundo e que o primeiro de uma espécie já conteria todos os futuros embriões. Essa discussão epigênese/pré-formação perdurou até o surgimento da teoria celular, formulada em 1838 e 1839 pelos alemães Mathias Schleiden e Theodor Schwann. Neste trabalho, de grande impacto, ficou estabelecido que todos os organismos vivos eram constituídos de células, as unidades básicas da vida, e que essas unidades surgem por divisões de outras células.

O passo fundamental para a compreensão da biologia do desenvolvimento foi o reconhecimento, em 1840, de que o próprio ovo era uma única célula, e especializada. Toda a informação genética está contida no zigoto e as sucessivas divisões mitóticas geram células muito diversificadas. Essas células acabam gerando um embrião completo. Com raríssimas exceções, todas as células têm o mesmo conteúdo genético do zigoto. Isto significa que as diferenças entre as células foram geradas, ao longo do desenvolvimento, por diferenças na atividade gênica. Esse conceito de que a ativação ou a inativação dos genes corretos, nas células, no momento correto, é a questão central do desenvolvimento. O conceito em questão foi elaborado, em grande parte, utilizando-se a *Drosophila melanogaster* como modelo de estudo.

Dentre todos os modelos de desenvolvimento estudados, a *Drosophila* é certamente o de melhor compreensão, e, mesmo sendo

um invertebrado, teve um forte impacto no entendimento das bases genéticas de desenvolvimento dos vertebrados.

Os pesquisadores Edward B. Lewis, Christiane Nusslein-Volhard e Eric F. Wieschaus foram laureados com o Prêmio Nobel, em 1995, por suas descobertas sobre os mecanismos genéticos que controlam o desenvolvimento inicial dos embriões da *Drosophila*. Os princípios que regem o desenvolvimento da mosca da fruta se aplicam também aos organismos superiores. Os laureados identificaram uma série de genes que controlam a formação dos eixos corporais e o processo de segmentação do corpo.

Mais tarde, genes análogos aos da *Drosophila* foram também encontrados no homem. Uma conclusão importante é que as bases genéticas que controlam o desenvolvimento de um organismo multicelular foram conservadas por milhões de anos. A grande maioria dos genes que Nusslein-Volhard, Wiechaus e Lewis estudaram é importante para o desenvolvimento do embrião humano. Eles estão envolvidos na definição do eixo corporal, isto é, a polaridade do embrião, a segmentação do corpo e a especialização de determinados segmentos para gerar diferentes órgãos. Mutações em genes tão importantes como esses explicam muitas malformações congênitas observadas. Uma doença genética rara, a síndrome de Waardenburg, foi associada ao mal funcionamento do gene “paired”, presente também em humanos, descoberto inicialmente no modelo da *Drosophila*. Essa síndrome tem como característica o espaçamento acentuado entre os olhos. Assim, os olhos parecem menores que os normais devido à fusão das pálpebras superiores com as inferiores no lado nasal, ficando o branco dos olhos menos visíveis desse lado. Diferenças na cor dos olhos podem acontecer, ou diferentes regiões do mesmo olho podem adquirir coloração diferente. Algumas pessoas podem, ainda, apresentar olhos de cor azul safira brilhante em consequência dessa doença. Alterações na cor dos cabelos e na pele também podem ser observadas. São comuns casos de cabelos brancos na região frontal ou mesmo regiões brancas no corpo desde o nascimento. Há tendência de adquirir cabelos brancos mais precocemente. Além disso, há casos de perda de audição que podem ser leves ou mais graves, dependendo do caso. Em alguns casos, os portadores dessa síndrome podem apresentar deformidade nas omoplatas ou mesmo apresentar espinha bífida, lábios divididos ou fendas palatinas.

As pesquisas realizadas até agora apontam o envolvimento do gene “paired”, que é importante nas fases iniciais do desenvolvimento do embrião.



ATIVIDADE

2. A mosca *Drosophila* tem sido um excelente modelo para estudos em diversas áreas da Biologia. Algumas características desses organismos lhes conferem essa propriedade, que também tornam esses insetos bons materiais para experimentos com fins didáticos. Marque, a seguir, as características dessas moscas que podem ser relacionadas como importantes para seu uso pedagógico:

- () rápido ciclo de vida
- () presença de apenas um par de asas
- () fácil manutenção em laboratório
- () alimentação em frutos
- () tamanho pequeno
- () grande resistência a fatores abióticos
- () baixo custo de manutenção

Agora faça um pequeno texto relacionando e explicando todas as características que você marcou:

OS INSETOS E A BIOLOGIA CELULAR

A importância dos insetos não se restringiu à área da genética ou ao desenvolvimento embrionário. Estudos realizados com outros insetos foram também úteis na compreensão dos mecanismos que regulam outras atividades celulares.

Em 1943, Vincent B. Wigglesworth, em um artigo muito elegante, descreveu o destino da hemoglobina (obtida do hospedeiro vertebrado) em várias espécies de artrópodes hematófagos. Wigglesworth, analisando os ovos de *Rhodnius prolixus*, um hemíptero e um dos vetores da Doença de Chagas, descreveu a presença de um pigmento rosado originário de um precursor hemolinfático. O pigmento cor-de-rosa que ele pensou ser “Katahemoglobina”, um produto da degradação parcial da hemoglobina do hospedeiro vertebrado (que hoje sabemos que se trata de uma proteína sintetizada pelo próprio inseto), era acumulado no interior dos ovócitos em crescimento.

Esse trabalho memorável de Wigglesworth sugeria, pela primeira vez, que células, no caso ovócitos vitelogênicos, poderiam acumular proteínas extraovarianas. Isto é, células deveriam ser capazes de internalizar proteínas. Embora não tenha sido sugerido na época nenhum mecanismo celular capaz de realizar tal tarefa, ele serviu de estímulo para outros pesquisadores se preocuparem com o tema. Em 1954, William Telfer mostrou, utilizando técnicas imunológicas, que proteínas características de fêmeas presentes na hemolinfa de uma mariposa participam da formação do ovo. Em 1960, Telfer provou que o processo de acúmulo de proteínas é seletivo. Já em 1961, o mesmo pesquisador identificou a rota de entrada e a localização das proteínas da hemolinfa no interior dos ovócitos.

A esses trabalhos pioneiros de Wigglesworth e Telfer, seguiram-se muitos outros como os de Roth e Porter, em 1954, e Roth e colaboradores, em 1976, sobre o mosquito *Aedes aegypti*. Esses autores mostraram a presença de estruturas celulares, *coated-pits* e *coated vesicles*, associadas ao processo seletivo de internalização de proteínas.

Esses estudos foram fundamentais para Goldstein e Brown, na década de 1970, pois nortearam seus trabalhos sobre o metabolismo do colesterol e o tratamento de doenças causadas por níveis elevados de colesterol no sangue. Eles descobriram que as células têm, na sua superfície, receptores específicos em regiões conhecidas como ‘coated pits’ (que atuam no processo seletivo de endocitose, já observado nos insetos). Os receptores reconhecem partículas que contêm colesterol, conhecidas como LDL (do inglês, Low Density Lipoprotein, que significa lipoproteínas de baixa densidade), circulantes no sangue. A membrana invagina, formando os “coated pits” que carregam as LDL associadas aos receptores, os quais fundem-se e formam os endossomas primários.

As descobertas de Goldstein e Brown ajudaram a compreender não só o metabolismo do colesterol, como também doenças como a hipercolesterolemia familiar, causada pela deficiência ou má função do receptor LDL, o que leva a um acúmulo excessivo de LDL no plasma, produzindo níveis muito altos de colesterol plasmático. Baseados em suas descobertas, os autores propuseram medidas capazes de prevenir e tratar aterosclerose e infarto do miocárdio. Por exemplo, utilizando drogas como colestiramina ou mevinolina, eles foram capazes de aumentar o número de receptores de LDL e diminuir a taxa de LDL no sangue em pacientes com hipercolesterolemia, que possuíam como defeito primário o número pequeno de receptores funcionais de LDL. Por esses trabalhos, Goldstein e Brown foram agraciados com o Prêmio Nobel de medicina em 1985.

A DESCOBERTA DO MECANISMO DE AÇÃO DE HORMÔNIOS ESTERÓIDES EM INSETOS

A história da descoberta dos hormônios esteróides começa com Kopec (1917, 1922), mostrando as primeiras evidências de algum fator necessário para controlar o processo da muda (ecdise) nos insetos. Estes trabalhos foram posteriormente reforçados por Wigglesworth, em 1934. Um pouco antes, Hachlow, em 1931, trabalhando com pupas de borboletas das espécies *Vanessa io* e *Aporia crataegi*, sugeriu a existência de um centro torácico para o controle do desenvolvimento dos insetos. O crédito da primeira grande distinção entre hormônios cerebrais e de outras fontes, como as glândulas protorácicas (que se localizam no

ESTERÓIDE

Grupo de compostos solúveis em gordura (lipossolúveis), que têm uma estrutura básica de 17 átomos de carbono dispostos em quatro anéis ligados entre si. Esse grupo é amplamente distribuído nos organismos vivos e incluem os hormônios sexuais, a vitamina D e os esteróis, tais como o colesterol.

protórax, ou seja, o primeiro segmento torácico), deve ser dado a Fukuda (1940, 1941, 1944). Ele mostrou que o processo de ecdise dos insetos era controlado pelas glândulas protorácicas. O estágio de investigação mais importante, depois de Fukuda, foi o isolamento e a cristalização do hormônio por Butenandt e Karlson, em 1954. Partindo de 500 kg de pupas de bicho da seda, uma espécie de mariposa, os autores conseguiram extrair 25 mg de uma substância pura e cristalina com atividade biológica, possível de ser detectada quantitativamente por um método anteriormente desenvolvido por Becher e Plagge (1939), num teste utilizando larvas do díptero *Calliphora*, um pouco antes da formação das pupas. A quantidade de hormônio que induzia pupação entre 50% e 70% dos indivíduos em 48 horas era considerado unidade *Calliphora*. Essa substância foi denominada de ecdisona. As características químicas dessa substância, capaz de formar cristais, continuaram a ser investigadas e, em 1963, Karlson e colaboradores, encontraram a natureza **ESTERÓIDE** da ecdisona, determinando, finalmente, sua estrutura em 1965.

O modo de ação desse hormônio também não era conhecido, e as primeiras evidências de que tinham uma ação nuclear foram obtidas também por Karlson e colaboradores, em 1960. Clever e Karlson mostraram que a introdução experimental de ecdisona induzem o aparecimento de “puffs” específicos em cromossomas politênicos. A injeção de ecdisona radioativa por Karlson e Sekeris (1963) acumulava-se no núcleo, reforçando a idéia de uma ação nuclear.

Esses trabalhos foram importantes porque, um pouco antes, Pawan e Brauer haviam mostrado que esses “puffs” estavam associados com a síntese de RNA específicos. Em 1965, Laufer mostrou que o aparecimento de algumas enzimas de glândula salivar estavam associadas ao aparecimento de “puffs”.

O uso de antibióticos (inibidores de síntese de proteína) impediam o aparecimento dessas enzimas, mostrando que a ecdisona tinha, de fato, o poder de atuar ao nível do núcleo, controlando a síntese de algumas proteínas específicas. Esse modo geral de funcionamento dos hormônios esteróides, isto é, com ação nuclear controlando a síntese de proteínas específicas, é aceito até os dias de hoje. No caso do ser humano, os hormônios esteróides, têm o seu mecanismo de ação semelhante à ecdisona. Os diferentes hormônios secretados pelo córtex adrenal (cortisol, aldosterona) e pelos ovários (estrogênio e progesterona) têm

uma ação complexa sobre o metabolismo humano, utilizando o mesmo mecanismo básico descoberto com a ajuda dos insetos.

CONCLUSÃO

Por meio dos exemplos expostos, fica clara a importância dos insetos para o desenvolvimento de vários conceitos em diferentes áreas da Biologia. Ressalta-se, ainda, a maneira como o conhecimento é construído, ao longo do tempo e com contribuições de vários pesquisadores de diferentes áreas. A necessidade de observação e experimentação controladas também tem enorme relevância para as descobertas científicas.

Cabe ressaltar, contudo, que não foram somente os insetos, os organismos importantes como modelos de estudo. Outros organismos simples, como bactérias, e outros mais complexos, como fungos, vermes e plantas, têm sido e continuarão sendo bons modelos de estudo para desvendar os segredos da natureza.

ATIVIDADE FINAL

Pesquisando a literatura sobre os insetos (para a exposição)

Selecione, na literatura disponível sobre os insetos (livros, revistas, eventos científicos especiais em homenagem a algum cientista), qualquer outro assunto (diferente dos discutidos nesta aula) em que o estudo dos insetos tenha sido importante. Não há a necessidade de se restringir à ecologia ou biologia dos insetos. Caso deseje, pode utilizar informações provenientes da área agrícola (pragas, por exemplo) ou da área de saúde, tanto animal como humana (doenças transmitidas por insetos). Uma vez selecionado o assunto, tente recontar a história sobre a descoberta do assunto selecionado, considerando o raciocínio científico utilizado pelos pesquisadores. Lembre-se de que o uso da internet pode-se tornar extremamente útil para realizar esta tarefa.

A história pode ser recontada por meio de cartazes, quadrinhos ilustrados, representação teatral, livro ilustrado ou outras maneiras que você julgar interessante. Imagine como o assunto que você escolheu poderia ficar mais atraente para ser desenvolvido com alunos em sala de aula. Use sua criatividade e suas habilidades! Desperte o artista que existe em você!

RESUMO

Em função do processo de evolução dos seres vivos, preconizado pela teoria da evolução das espécies por Darwin, foi possível utilizar informações e conceitos descobertos com insetos para o entendimento de muitos dos processos biológicos que governam inclusive os vertebrados. Ao longo do processo de evolução das espécies, até chegar ao homem, muitos dos processos fundamentais como o da transmissão hereditária, já utilizados pelos insetos, foram mantidos no homem. Esse caráter conservativo (manutenção de mecanismos biológicos eficientes) ao longo da evolução das espécies é que foi, na prática, o motivo pelo qual foi possível utilizar os mesmos conceitos descobertos e desenvolvidos no estudo dos insetos para explicar o funcionamento das espécies de grupos mais recentes, como o do homem.



RESPOSTAS

Atividade 1

- () as asas de uma borboleta
- (X) as galhas de uma planta
- (X) um ninho de marimbondos
- () o aparelho bucal de um besouro

Apenas as galhas e os ninhos podem ser considerados fenótipos estendidos de insetos, pois referem-se a estruturas características de espécies de insetos em outros organismos (na planta, no caso da galha) ou no meio ambiente (no caso do ninho).

Atividade 2

- (x) rápido ciclo de vida
- () presença de apenas um par de asas
- (x) fácil manutenção em laboratório
- () alimentação em frutos
- (x) tamanho pequeno
- (x) grande resistência a fatores abióticos
- (x) baixo custo de manutenção

Por seu tamanho pequeno, essas moscas têm rápido ciclo de vida, o que facilita bastante sua manutenção em laboratório e sua utilização para fins didáticos, que, normalmente, requer certa rapidez no desenvolvimento. A grande resistência a fatores abióticos e o baixo custo de manutenção também são importantes para seu uso na Educação Básica, uma vez que, normalmente, é muito difícil ter todas as condições controladas para a criação dos insetos e os recursos são escassos em nossas escolas.

Atividade Final

Em função do fato de ser uma pesquisa livre, não há resposta específica. Os trabalhos, ao longo e durante seu desenvolvimento, deverão ser analisados e discutidos com os tutores e professores.

Insetos e o homem

Meta da aula

Apresentar diferentes aspectos relacionados às interações do homem com os insetos.

objetivos

Esperamos que, depois desta aula, você seja capaz de:

- Identificar os diferentes aspectos das interações envolvendo o homem e os insetos.
- Exemplificar diferentes grupos de insetos que causam problemas ao homem ou são por ele explorados.
- Verificar a utilização de insetos na produção industrial.
- Avaliar o uso do conceito de insetos nos livros didáticos.
- Relacionar os diferentes aspectos da interação homem e inseto com o ensino de Biologia e conservação da natureza.

Pré-requisitos

Para o melhor entendimento do conteúdo desta aula você deve conhecer os grupos de insetos apresentados nas Aula 4 desta disciplina e o conceito de sucessão ecológica existente na Aula 24 de Populações, comunidades e conservação.

INTRODUÇÃO

Os insetos, por sua ampla distribuição espacial e temporal, alta riqueza de espécies e grande abundância de suas populações, estão presentes praticamente em todos os lugares durante o ano inteiro. Dessa forma, fica fácil imaginar o enorme potencial de interações desses organismos com o homem. A necessidade e o interesse de se conhecer esses organismos já é bem antiga, como você vai verificar mais adiante. Aristóteles (384-322 a.C.) foi, talvez, a primeira pessoa a estudar de maneira sistemática os insetos e a publicar um tratado sobre sua biologia. Ulisses Aldrovandi, cientista italiano, publicou em 1602, poucos anos de sua morte, "*De animalibus insectis*", obra resultado de décadas de estudo sobre insetos e que representa um marco importante do início da entomologia. Mas, somente nos anos de 1832 e 1833 é que foram fundadas, respectivamente, as Sociedades de Entomologia de Paris e de Londres.

Os insetos impõem ao homem inúmeras situações de risco, por exemplo, agindo como vetores de doenças. Já o homem modifica o ambiente de tal forma que cria ou altera habitats, levando ao privilégio de algumas espécies em detrimento de outras ou acelerando a mudança comportamental e evolutiva de muitas espécies de insetos associados a ambientes urbanos ou modificados pelo homem. Alguns insetos são organismos verdadeiramente implacáveis para o homem. Aposto que você poderia, facilmente, dar alguns exemplos, não?



Com certeza você já leu em algum livro ou revista que os insetos podem ser classificados em úteis ou nocivos. O que você acha dessa classificação? Não lhe parece simplista e antropocêntrica? Dizer que os insetos podem ser benéficos, nocivos ou ainda neutros ao homem significa um rótulo muito forte que, em consequência, pode levar a um sentimento e uma atitude efetiva das pessoas sobre quais organismos devem preservar (benéficos), aqueles que temos de exterminar (nocivos) e ainda aqueles que podemos ignorar (neutros). O modo como os insetos são percebidos, conceituados e utilizados pelo homem é objeto de interesse de uma área de estudo denominada de etnoentomologia. Estou enfatizando essa questão agora, antes de descrever os vários tipos de interações entre insetos e o homem, porque considero importante que você tenha em mente o conceito (ou o preconceito) e o tipo de classificação que as pessoas têm em relação aos insetos. Um inseto é útil ou nocivo para qual população, em que contexto? Não existem, em termos absolutos, insetos bons e insetos maus. Apenas, algumas espécies são exploradas pelo homem e outras têm hábitos que lhe causam problemas. É fundamental estudar os mecanismos envolvidos nessas interações em contextos mais amplos como o econômico, o social e o ecológico. É importante salientar que um inseto é vetor de uma doença ou praga de uma cultura, em função muito mais das condições criadas pelo homem do que por razões intrínsecas da natureza daquela espécie de inseto em particular. Elas refletem, principalmente, um desequilíbrio ecológico e como tal deveriam ser corrigidos adequadamente.

Como as interações homem x inseto são bastante complexas, vamos descrever, separadamente: a relação dos insetos com a saúde humana (entomologia médica), com a saúde de outros animais (entomologia veterinária), com a agricultura (entomologia agrícola), a exploração de algumas espécies pelo homem (entomologia industrial), o uso dos insetos na investigação criminal (entomologia forense), como fonte de alimento para o homem ou ainda como fonte de inspiração nas artes, na religião, na música, nos filmes, desenhos e na cultura em geral (entomologia cultural).

ENTOMOLOGIA MÉDICA

São muitas as enfermidades humanas que têm como causa direta ou indireta os insetos. Há pelo menos 3.500 anos, o homem já procurava elaborar fórmulas para combater insetos que o atormentavam, como vespas, pulgas, piolhos, entre outros.

O Brasil há muito tempo sofre com várias doenças como a febre amarela, que tem como vetor um mosquito, o *Aedes aegypti*. No Recife, onde ocorreu a primeira epidemia dessa doença, no final do século XVII, morreram quase 1.000 pessoas em um só ano. Posteriormente, descobriu-se que também o vírus da dengue é transmitido por esse mesmo mosquito.

A malária, outra moléstia importante que tem também como vetor um mosquito (*Anopheles*) tem ceifado muitas vidas em nosso país, principalmente nas regiões ao norte. Não podemos deixar de mencionar a doença de Chagas, que tem nos barbeiros, percevejos de várias espécies e mesmo gêneros, como por exemplo *Triatoma* e *Rhodnius*, os vetores do protozoário (*Trypanosoma cruzi*) causador da doença.

No Brasil, principalmente na Região Amazônica, são registrados, ainda hoje, cerca de 500.000 casos de malária. Além do risco de morte dessa doença, as pessoas infectadas podem ficar impossibilitadas de trabalhar por dezenas a centenas de dias, representando um prejuízo enorme para a saúde e a economia. Já no caso da Doença de Chagas, a situação é ainda mais grave. Estima-se que somente no Brasil (a maioria no Nordeste) aproximadamente 5 milhões de pessoas estejam infectadas pelo parasita dessa doença.

Existem ainda outros exemplos de doenças graves, além das anteriormente citadas, ou de enfermidades menos graves causadas por insetos, e entre essas últimas podemos citar irritações ou reações alérgicas causadas por picadas de mosquitos (*Culex*), borrachudos (*Simulium*), abelhas, ou ainda o contato com lagartas taturanas etc. A barata americana (*Periplaneta americana*) e a barata alemã (*Blatella germanica*) causam prejuízos econômicos e risco à saúde, pois podem ser transportadoras de microorganismos patogênicos ao homem ao infestarem produtos comestíveis armazenados, utensílios ou equipamentos relacionados à alimentação humana.

ATIVIDADE



1. Muitas doenças humanas são causadas por insetos cujos ciclos de vida existem primariamente no ambiente silvestre e/ou foram introduzidos de outras regiões. Por que e como você acha que isso ocorre? Quais aspectos do comportamento ou desenvolvimento do homem podem explicar a incidência de tantas doenças dessa natureza?

RESPOSTA COMENTADA

Com o crescimento da população humana, ocorreram o avanço e a modificação sobre os ambientes naturais. O homem, então, passou, muitas vezes, a fazer parte ou mesmo a substituir outros animais como hospedeiros de vetores e parasitas patogênicos. Com o enorme aumento dos deslocamentos populacionais, aumentou também a circulação (dispersão) de animais e de plantas, alguns dos quais potencialmente patogênicos ao homem.

ENTOMOLOGIA VETERINÁRIA

Vamos falar apenas superficialmente sobre os insetos que são responsáveis direta ou indiretamente por várias doenças ou irritações em animais domésticos. O homem tem grandes prejuízos financeiros no tratamento ou prevenção desses problemas em animais como cães, gatos, cavalos, gado, carneiros, frangos etc.

Dentre os insetos de maior importância como agentes que reduzem a produção animal, ou causam doenças, podemos citar mosquitos, moscas, mutucas, pulgas e piolhos. Algumas espécies desses grupos são hematófagas, o que, além de espoliar o animal, interrompe constantemente a sua alimentação. Muitas delas atuam também como vetores ou transportadores de doenças como a leishmaniose e filariose.

Por outro lado, existem muitos insetos como o conhecido rola-bosta (besouros escarabeídeos) que têm um papel importante de inibição do desenvolvimento de larvas de moscas hematófagas e helmintos gastrointestinais nocivos aos animais. A atividade de reprodução desses besouros coprófagos (que se alimentam de fezes) promove a fragmentação das fezes de grandes mamíferos, incluindo o gado, além de melhorar as propriedades físicas e químicas do solo e aumentar o seu teor de matéria orgânica.

ENTOMOTERAPIA

Muitas espécies de insetos têm sido utilizadas pela população em geral na cura de doenças. Você conhece a entomoterapia? Pois é, a entomoterapia é um ramo da zooterapia (uso de animais na cura de doenças do homem) que trata, justamente, do uso de insetos como terapia para cura de doenças.

Um chá de barata cozida ou torrada e moída é um bom remédio para curar a asma ou azia (Você tomaria uma xícara deste chá?). Formigas pequenas adicionadas ao açúcar para adoçar o café ou o suco ajudam a visão e, se torrarmos e moermos formigas grandes fazendo um chá, combate-se também a asma. Essas são algumas das receitas que constam de um estudo coordenado pelo professor Eraldo Medeiros da Costa Neto (Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia) junto a feirantes do Centro de Abastecimento de Feira de Santana. Feirantes dessa e de outras cidades e estados brasileiros conhecem e vendem insetos inteiros ou preparados para uso terapêutico.



Mas cuidado, não vá preparando infusões ou chás com insetos para tratar de um problema de saúde. Lembre-se de que a eficácia do uso de preparações com insetos como as citadas anteriormente não possuem comprovação científica. Entretanto, muitas vezes, receitas artesanais ou populares são utilizadas através de gerações e depois testadas e comprovado, cientificamente, o seu potencial de cura.

ENTOMOLOGIA AGRÍCOLA

Possivelmente, não existe nenhum tipo de cultura que não sofra ataque por parte de insetos. O Antigo Testamento relata a ocorrência de gafanhotos como a décima praga que atingiu o Egito. Existem milhares de espécies de insetos que são pragas de um número equivalente de culturas agrícolas. Essas pragas são responsáveis muitas vezes por enormes prejuízos causados tanto no campo (antes da colheita) como no local onde o produto é armazenado. Quem ainda não viu besouros dentro de pacotes de amendoim, milho, farinha de trigo etc.? São bilhões de reais/ano de prejuízos no Brasil, o que tem justificado vultosa soma de recursos em investimentos para solucionar ou reduzir o nível de dano das pragas.

O homem vem tentando solucionar os problemas causados pelos insetos de diversas formas, tais como o uso de inseticidas, rotação de culturas, controle biológico (uso de insetos, principalmente vespas, moscas e percevejos), controle microbiano (uso de bactérias, fungos ou vírus), controle integrado (microorganismos associados a substâncias químicas), melhoramento genético (produção de variedades resistentes), engenharia genética (organismos geneticamente modificados ou transgênicos), entre outros.

O uso crescente de inseticidas no combate às pragas e a tendência de, cada vez mais, aumentar as doses utilizadas devido ao desenvolvimento de resistência por parte das pragas, tem onerado muito o custo da produção e aumentado muito o risco à saúde do homem no campo e do consumidor. Esse fato tem incentivado muito a pesquisa e a aplicação de métodos alternativos mais saudáveis de combate a pragas como o controle biológico e a agricultura orgânica (sem uso de agrotóxicos ou fertilizantes sintéticos).

No estado do Rio de Janeiro, existem pragas importantes de culturas como a cana-de-açúcar, feijão, milho, pastagem, frutas, hortaliças, entre outras.

Existem várias pragas urbanas, como aquelas que atacam espécies utilizadas na arborização. Cupins, insetos sociais que atingem densidades altíssimas, são também pragas extremamente importantes pelo grande poder de destruição e de difícil eliminação.

ATIVIDADE



2. Na natureza, em condições normais, uma espécie de inseto, por seu ciclo de vida rápido e grande potencial de crescimento populacional, pode, sob determinadas circunstâncias, tornar-se praga de alguma cultura. Com a evolução da tecnologia ligada à agricultura, foi possível plantar áreas cada vez mais extensas. Enumere as condições ecológicas que facilitam ou promovem a erupção de pragas na agricultura, explicando como isso acontece.

RESPOSTA COMENTADA

A grande oferta de alimento, às vezes mais suscetíveis às pragas e, por outro lado, a ausência de inimigos naturais dessas pragas, causa o crescimento exponencial desses insetos. O uso de inseticidas, geralmente não específicos, acaba muitas vezes por exterminar também, ou principalmente, os inimigos naturais, agravando ainda mais a situação.

ENTOMOLOGIA INDUSTRIAL

Muitas espécies de insetos, consideradas pela população como úteis ou benéficas, são largamente exploradas pelo homem. Entre os insetos mais comumente explorados industrialmente (ramo de estudo denominado de entomologia industrial) temos: abelhas (*Apis mellifera* e algumas espécies nativas), bicho-da-seda etc.

As abelhas, sem dúvida, participam com uma gama enorme de produtos utilizados na alimentação e na saúde, como o mel, a geléia real, o própolis etc. Existe uma infinidade de produtos feitos pela indústria

farmacêutica convencional, natural ou homeopática, obtidos a partir das abelhas. Além disso, a cera das abelhas possui utilidades diversas como, por exemplo, a produção de velas, material para polimento de objetos, cosméticos etc. Encontra-se, ainda, potencial de uso para seu veneno, o pólen que carregam etc. Em ecossistemas naturais e agroecossistemas, sobretudo em plantações de frutíferas, as abelhas desempenham um papel extremamente importante como agentes polinizadores.

O bicho da seda, mariposa da espécie *Bombix mori*, fornece a seda natural de grande valor comercial.

Algumas espécies de colchonilhas (Homoptera) são pragas. Porém, outras espécies, entre as quais *Lacifer lacca* (ou *Coccus lacca*), foram, durante muito tempo, importantes na produção da laca, verniz natural de grande valor comercial. Fêmeas dessa colchonilha sugam determinadas espécies de árvores e acumulam nos ramos da planta camadas espessas dessa resina, também chamada de goma-laca.



ATIVIDADE

3. Faça uma rápida busca em sua casa e transcreva o rótulo de, pelo menos, dois produtos que têm sua origem em insetos.

COMENTÁRIO

Procure por medicamentos naturais, cosméticos e itens de alimentação. Produtos derivados da abelha certamente serão os mais freqüentemente encontrados.

ENTOMOLOGIA FORENSE

Os insetos têm sido, ainda nos dias de hoje, utilizados para a solução de questões judiciais, principalmente aquelas envolvendo homicídios ou outros tipos de casos que demandam perícia de uma vítima ou produto sob investigação. Essa área de estudo faz parte da entomologia forense.

A presença de um tipo ou espécie de inseto fornece pistas e evidências que podem desvendar um crime. Como o inseto pode ajudar nisto? E que espécie de inseto? Será que existe uma espécie denominada *Sherlock holmes*? (Gênero *Sherlock*, Família *Sherlockidae*, Ordem *Coleoptera*). É claro que não, mas você vai ver como insetos são úteis nesse caso.



A grande diversidade de hábitos e características biológicas dos insetos é que credenciaram esse grupo como excelente indicador na investigação criminal, entre outros campos. A presença (ou vestígio) de um determinado inseto em um produto pode definir a origem ou a trajetória desse produto. Da mesma forma, a presença de uma espécie ou de um conjunto de espécies em um cadáver de um determinado animal pode também servir de diagnóstico aproximado do tempo decorrido desde sua morte e ainda do próprio local onde isso aconteceu. Depois que um animal morre, diferentes espécies de insetos colonizam, alimentam-se e reproduzem-se nele. Essa substituição tem uma ordem cronológica, que é pouco variável. Essa ordem começa por um grupo característico de espécies, que chega ao cadáver e é sucedido por outro grupo e assim

por diante, até que não reste nada mais para qualquer outra espécie. A presença de um inseto de um outro ambiente ou região alimentando-se do animal pode caracterizar que este foi morto em uma outra área e removido para a atual. Essas são algumas das aplicações de como os insetos podem auxiliar na investigação criminal.

Não pense que já abordamos tudo sobre as relações dos insetos com o homem. O repertório é ainda mais extenso, você vai ver. Os aspectos e as situações em que os insetos se relacionam com o homem são tão amplos quanto a diversidade desses organismos e a complexidade humana.

ATIVIDADE



4. O processo de substituição de espécies ao longo do tempo em um cadáver de um animal, por exemplo, que acabamos de ver nesta aula, recebe o nome de sucessão degradativa ou heterotrófica. Mencione algumas diferenças desse processo em relação a uma sucessão ecológica padrão, autotrófica? Caso você tenha dúvida, procure rever a Aula 24, sobre sucessão ecológica, da disciplina Populações, comunidades e conservação.

RESPOSTA COMENTADA

Na sucessão heterotrófica ou degradativa, não há tendência para o aumento da biomassa e da riqueza de espécies associadas nas fases mais tardias da sucessão. Por outro lado, esse padrão de aumento da biomassa e riqueza de espécies acontece, normalmente, nas fases tardias ou no clímax de uma sucessão autotrófica.

INSETOS COMESTÍVEIS

Prato do dia: Espetinho de gafanhoto assado ao molho rosé.



Os insetos são também muito utilizados como iguarias por muitos povos, primitivos ou não. Em praticamente todos os continentes, existem citações do uso corriqueiro ou eventual de insetos na alimentação. Lagartas grelhadas aparecem em cardápios de restaurantes africanos. Pupas da mariposa do bicho-da-seda (*Bombyx mori*) criada em massa, são também utilizadas como alimento do homem ou como ração animal na Ásia. Larvas de besouros de madeiras podres ou ainda larvas encontradas no interior de sementes de palmeiras são apreciadas por populações primitivas da Amazônia. Na Chapada dos Parecis (Mato Grosso), índios comem enormes gafanhotos (tucuras) preparados como espeto de churrasco. Entretanto, talvez mais familiar para a região Sudeste (embora exista em todo o Brasil), é o costume de coletar tanajuras ou içás, que são caçadas em quantidade por ocasião da revoada (vôo nupcial) dessas formigas saúvas, e preparar um prato de fritada com elas.

A idéia de consumir insetos desperta um sentimento de repulsa ou nojo por parte da maioria das pessoas, não pelo seu gosto propriamente (raramente as pessoas experimentam insetos na comida), mas pelo conceito ou preconceito que existe em relação a esse grupo de animais. Normalmente, eles são associados a coisas ruins, desagradáveis, como vocês puderam ver na Aula 10. Marco Pólo, italiano que nos séculos

XIII e XIV fazia viagens freqüentes para regiões da Europa e da Ásia, especialmente China, na chamada “Rota da seda”, relata que, em uma de suas viagens, comeu gafanhotos na China e não notou nenhum sabor próprio desse inseto. Isto talvez seja válido para muitos outros insetos ou mesmo itens consumidos no cotidiano, os quais tomam o gosto dos condimentos utilizados na sua preparação.

Em uma experiência realizada com alunos de uma universidade nos Estados Unidos, insetos cozidos e preparados de diferentes formas, inclusive colocando-se uma cobertura de chocolate, foram bem aceitos. Experiência semelhante foi feita na Universidade Estadual de Feira de Santana, na Bahia, onde brigadeiros, contendo farelo de grilo, foram oferecidos a alunos, funcionários e professores. Os autores da experiência relatam que, como esperado, esses doces provocaram repulsa nas pessoas, e tal fato ficou bastante marcado e comentado por muitos anos na comunidade dessa instituição.

Se o sabor dos insetos é agradável ou não, é discutível. Porém, estudos demonstram que esses organismos possuem valor nutritivo igual ou superior a carnes de animais consumidos pelo homem. Estudos indicam ainda que a tanajura (*Atta cephalotes*) é mais rica em proteína do que, por exemplo, a carne bovina.

A existência de muitos exemplos de insetos consumidos normalmente pelo homem, a enorme diversidade desse grupo de organismos e a facilidade de criação em massa e com baixo custo de muitas espécies, têm sempre despertado a atenção e o interesse no uso potencial dos insetos na alimentação humana. Alguns consideram os insetos uma esperança de mitigação da fome no futuro.

No Brasil, o consumo de insetos é mais freqüente nas regiões Norte e Nordeste e, principalmente, dentro de comunidades indígenas e de caboclos.

ENTOMOLOGIA CULTURAL

O homem usa os insetos, por exemplo, como fonte de inspiração (modelo) para filmes e histórias infantis (ou não). Quem não se lembra de tantos personagens que marcaram presença como a formiga atômica, o grilo falante etc.

O homem usa insetos também em rituais diversos. Cada inseto possui um significado que, muitas vezes, traz alguma relação com a sua aparência (morfologia) ou com o comportamento (fisiologia).

Insetos como os escaravelhos, louva-a-Deus, borboletas, mariposas, libélulas e cigarras são utilizados em rituais por diferentes grupos sociais para imunização ou proteção contra doenças ou influências negativas (amuleto), em cerimônias de iniciação de casamento e, em alguns casos, são temidos (mal agouro) pelo homem.

A jequitiranabóia (Homoptera da espécie *Fulgora laternaria*) é considerada, talvez por sua morfologia externa incomum, de grande periculosidade por muitas pessoas, principalmente na Região Amazônica, muito embora não disponha de qualquer característica que traga perigo.

Em algumas receitas para casamento, no interior de Pernambuco, é comum o uso de libélulas e mamangabas torradas, que deverão ser jogadas em orifício da areia deixado pela urina da mulher desejada. Ninhos de vespas e cupinzeiros são usados na Bahia, e também em Pernambuco, como defumadores (produção de fumaça) para tratar ou resolver diferentes problemas pessoais, tais como a preguiça e o mau-olhado. Essas crenças indicam o quanto os insetos participam do cotidiano da vida do brasileiro.

CONCLUSÕES

Os insetos participam de maneira marcante em diversos aspectos da vida do homem. Muitos insetos são vetores de doenças graves ou acarretam reações alérgicas ou irritações mais leves. Existem espécies de importância veterinária que, ao atacarem animais, causam prejuízo econômico ao homem. Praticamente todas as plantas cultivadas pelo homem apresentam insetos-pragas, cujo controle é feito, às vezes, com a utilização de outras espécies de insetos. Existem também várias espécies de insetos que são utilizadas na cura de doenças, na investigação criminal ou ainda em rituais. Abelhas e o bicho-da-seda são insetos com ampla utilização industrial. Lagartas e adultos de algumas espécies de besouros e gafanhotos constituem, às vezes, alimento apreciado por muitas comunidades. Além disso, imagens de insetos estão sempre presentes no cotidiano do homem por meio de brinquedos e histórias infantis, filmes etc.

ATIVIDADES FINAIS

1. Descreva, resumidamente, a participação dos insetos em cada uma das abordagens assinaladas a seguir:

Agricultura _____

Doenças de animais _____

Doenças no homem _____

Tratamento de doenças _____

Investigação criminal _____

Culinária _____

Indústria de alimentos e medicamentos naturais _____

Cultura _____

RESPOSTA

Agricultura – praticamente todas as culturas possuem insetos-pragas.

Doenças em animais – alguns insetos são vetores de doenças de animais ou eles próprios podem causar irritações que causam problemas de nutrição e saúde neles.

Doenças no homem – várias espécies de insetos são vetores de doenças graves como a malária e a doença de Chagas.

Tratamento de doenças – vários grupos de insetos são utilizados na preparação de chás para o tratamento de inúmeras doenças como asma, bronquite etc.

Investigação criminal – pela sua característica de especificidade em relação a um hábitat, por exemplo, insetos podem ser utilizados como pistas na investigação criminal.

Culinária – algumas comunidades, principalmente indígenas e caboclos do norte do Brasil, alimentam-se, freqüentemente, de algumas espécies de insetos.

Indústria de alimentos e medicamentos naturais – abelhas e o bicho da seda são intensamente explorados pelo homem.

Cultura – insetos servem de inspiração para inúmeras histórias infantis, filmes etc.

2. Para a exposição!

Você já conhece bem os insetos, seus hábitos, sua ecologia, seu comportamento. Sabe também um pouco como os insetos são vistos pelo homem e o que, de fato, eles representam. A partir dessas informações, escolha um inseto que você acha que representa melhor sua cidade e desenhe-o, de uma forma estilizada, como um símbolo para sua cidade.

Sugestão:

Faça sua obra de arte em um papel e liste, abaixo do desenho, as características da sua cidade que você identifica no inseto.

RESUMO

Os primeiros homínídeos já encontraram uma entomofauna bem diversificada no planeta. Desde então, o crescimento e a expansão da população humana têm aumentado cada vez mais as interações dos insetos com o homem. Às vezes, essas relações constituem sérios problemas para a saúde do homem ou de animais domésticos, acarretando grandes prejuízos econômicos como no caso das pragas agrícolas. Insetos são também utilizados como elementos de cura de doenças ou de combate de pragas ou vetores de doenças (controle biológico). Assim, se de um lado eles consomem boa parte da produção agrícola do homem, por outro eles são utilizados na alimentação humana, e ainda ajudam na solução de questões criminais. A diversidade dos insetos constitui também uma fonte inesgotável de usos em muitos tipos de rituais por diversas culturas humanas.

Insetos aquáticos

Meta da aula

Apresentar os insetos que vivem no meio aquático, suas principais características, sua diversidade e sua importância ecológica.

objetivos

Esperamos que, ao final desta aula, você seja capaz de:

- identificar os principais grupos de insetos aquáticos;
- descrever as adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais ao meio aquático;
- reconhecer a diversidade de hábitos de insetos aquáticos;
- reconhecer o papel ecológico de insetos aquáticos.

INSETOS AQUÁTICOS

Cerca de 3% das espécies conhecidas de insetos vivem ao menos um período de suas vidas na água. Contudo, esta pequena parte corresponde a mais de 90% dos animais que ocupam os ambientes de água doce e são componentes importantes das cadeias tróficas desses sistemas, participando na ciclagem de nutrientes, como consumidores de diversos níveis. Insetos são responsáveis por grande parte do aproveitamento e da incorporação da matéria orgânica nas redes tróficas, tanto de origem alóctone como autóctone. São, também, importante fonte de alimento para peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos relacionados a ambientes aquáticos. Inúmeros exemplos de adaptação ao meio aquático são encontrados em insetos. São adaptações respiratórias, de regulação osmótica, de locomoção, de alimentação etc. Das ordens de insetos atuais, treze têm representantes aquáticos: Collembola, Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Orthoptera, Hemiptera, Megaloptera, Neuroptera, Coleoptera, Hymenoptera, Trichoptera, Lepidoptera e Diptera, além de outros grupos com representantes semi-aquáticos como Blattodea. Dentre as espécies aquáticas, algumas estão associadas ao meio aquático em todos os estágios de desenvolvimento, como alguns besouros e percevejos, enquanto em outras, seus representantes passam apenas uma parte de suas vidas na água, como as libélulas, conforme podemos observar na **Tabela 13.1**. Os himenópteros aquáticos são parasitóides de insetos, vivendo os adultos fora d'água.

Tabela 13.1: Ordens de insetos associados ao meio aquático, relacionando o estágio de desenvolvimento com o hábitat em que vive

Ordem	Ocorrência	Estágios de desenvolvimento			
		Ovos	Larvas	Pupas	Adultos
Collembola	2	A, T	A, S	—	S
Ephemeroptera	1	A	A	—	T
Odonata	1	A, T	A	—	T
Plecoptera	1	A	A	—	T
Orthoptera	3	T	S	—	S
Hemiptera	2	A, T	A, S, T	—	A, S, T
Megaloptera	1	T	A	T	T
Neuroptera	2	T	A	T	T
Coleoptera	2	A, T	A, T	T	A, S, T
Hymenoptera	2	P	P	P	A, T

Trichoptera	1	A, T	A	A	T
Lepidoptera	2	A	A	A	T
Diptera	2	A, T	A	A, T	T

1 – Todas as espécies aquáticas; 2 – Algumas espécies aquáticas; 3 – Algumas espécies semi-aquáticas (não verdadeiramente aquáticas); A – Aquáticos; S – Semi-aquáticos; T – Terrestres; P – Parasitóides.

RECONHECENDO AS ORDENS DE INSETOS AQUÁTICOS

Com base nas aulas anteriores, já temos capacidade de reconhecer as formas adultas das ordens de insetos e somente algumas estão relacionadas aos ambientes aquáticos. Contudo, como também já vimos, a maioria está representada por formas imaturas (ninfas e larvas). A chave dicotômica (**Quadro 13.1**) a seguir, inclui formas imaturas e adultas de ordens de insetos aquáticos, exceto Hymenoptera (parasitóides) e Blattodea. Essa chave será útil para algumas atividades com insetos aquáticos.

Quadro 13.1: Chave para identificação das principais ordens de insetos aquáticos

1	Pernas torácicas presentes, mesmo que atrofiadas.	2
1'	Pernas torácicas ausentes, podem ocorrer falsas pernas (não articuladas).	22
2	Abdome com somente seis segmentos ou menos.	Collembola
2'	Abdome com mais de seis segmentos.	3
3	Aparelho bucal formado por um bico (picador-sugador).	Hemiptera
3'	Aparelho bucal mastigador ou de outro tipo.	4
4	Terceiro par de pernas saltadoras.	Orthoptera
4'	Terceiro par de pernas de outro tipo.	5
5	Com asas.	6
5'	Sem asas ou somente esboços de asas presentes.	15
6	Com dois pares de asas.	7
6'	Com aparentemente um par de asas.	14
7	Asas anteriores, duras e sem nervuras (élitros).	Coleoptera
7'	Asas anteriores nunca duras e sem nervuras.	8
8	Corpo com dois ou três filamentos terminais bem desenvolvidos.	9
8'	Corpo sem filamentos terminais.	10
9	Três filamentos terminais (o par de cercos e o filamento terminal mediano); antenas curtas.	Ephemeroptera
9'	Dois filamentos terminais (o par de cercos); antenas longas.	Plecoptera

10	Asas membranosas, com muitas veias de aspecto reticulado; aparelho bucal com mandíbulas bem desenvolvidas.	11
10'	Asas membranosas, cobertas por muitas escamas ou cerdas; aparelho bucal sem mandíbulas desenvolvidas.	13
11	Antenas curtas, setiformes.	Odonata
11'	Antenas longas, filiformes.	12
12	Nervuras das margens das asas bifurcadas (em forma de Y).	Neuroptera
12'	Nervuras das margens das asas não-bifurcadas.	Megaloptera
13	Corpo e asas cobertos por escamas; aparelho bucal do tipo sugador (espirotromba).	Lepidoptera
13'	Corpo e asas cobertos com muitas cerdas; aparelho bucal atrofiado, somente representado pelos palpos maxilares e labiais.	Trichoptera
14	Asas do segundo par reduzidas e transformadas em balancins (pequenas estruturas em forma de clava); aparelho bucal picador sugador ou sugador labial; sem cercos desenvolvidos.	Diptera
14'	Segundo par de asas muito reduzido ou ausente; aparelho bucal atrofiado; corpo com três filamentos terminais (o par de cercos e o filamento terminal mediano, às vezes, curto).	Ephemeroptera
15	Olhos compostos presentes.	16
15'	Olhos compostos ausentes, olhos simples laterais (estemas) presentes.	18
16	Aparelho bucal com lábio extensível, dobrado sob a cabeça.	Odonata
16'	Aparelho bucal sem lábio extensível.	17
17	Abdome com brânquias laterais; corpo com três filamentos terminais (o par de cercos e o filamento terminal mediano).	Ephemeroptera
17'	Abdome sem brânquias laterais; corpo com dois filamentos terminais (o par de cercos).	Plecoptera
18	Falsas pernas presentes em mais de um segmento do abdome; falsas pernas com vários pequenos ganchos terminais.	Lepidoptera
18'	Falsas pernas ausentes ou presentes somente no último segmento do abdome.	19
19	Falsas pernas com ganchos; antenas curtas com um segmento, às vezes difíceis de ver.	Trichoptera
19'	Falsas pernas sem ganchos; se houver, as antenas têm mais de um segmento.	20
20	Mandíbulas e maxilas em forma de estiletos longos e retos, unidas, formando tubos para perfurar e sugar - associados a esponjas.	Neuroptera
20'	Mandíbulas não unidas com as maxilas, se forem sugadoras, serão curvas.	21

21	Abdome com sete ou oito pares de filamentos ou brânquias laterais (um par por segmento), nono segmento com um par de falsas pernas com gancho terminal ou sem falsas pernas e com um filamento caudal.	Megaloptera
21'	Abdome normalmente sem brânquias laterais; se ocorrerem brânquias laterais, então os ganchos das falsas pernas serão ausentes ou o décimo segmento terá quatro brânquias ou há dois ou nenhum filamento caudal, nunca existirá somente um.	Coleoptera
22	Cabeça indistinta.	Diptera
22'	Cabeça distinta, ao menos parte dela.	23
23	Abdome com brânquias ou sifão ou papilas e às vezes, falsas pernas.	Diptera
23'	Abdome simples, sem brânquias ou sifão ou papilas ou falsas pernas.	Coleoptera

CARACTERÍSTICAS DAS PRINCIPAIS ORDENS DE INSETOS AQUÁTICOS

Collembola (colêmbolos)

Os colêmbolos são insetos muito comuns, porém, por serem muito pequenos (a maioria mede de 1 a 3mm de comprimento), não os observamos com facilidade. A maioria das espécies vive no solo úmido de florestas, sob a casca de árvores e em troncos apodrecidos, mas há várias espécies que vivem no solo arenoso das restingas e sob a vegetação de praias. Os colêmbolos também são encontrados em ambientes aquáticos. Ocorrem na superfície da água (presos à tensão superficial) e em margens de rios, lagos e brejos estuarinos, praias (na zona de marés) e mesmo o mar (tanto no fundo e na superfície). Os colêmbolos alimentam-se de detritos, restos vegetais, algas e bactérias. As peças bucais não são aparentes, estando incluídas dentro da cabeça. Apresentam o abdome com somente seis segmentos. No primeiro segmento abdominal, há uma estrutura, o colóforo, que tem função adesiva. No quarto segmento abdominal, há a furca que posiciona-se sob o abdome, presa por uma outra estrutura no terceiro segmento, o retináculo. Quando liberada, a furca faz com que o animal salte (**Figura 13.1**).

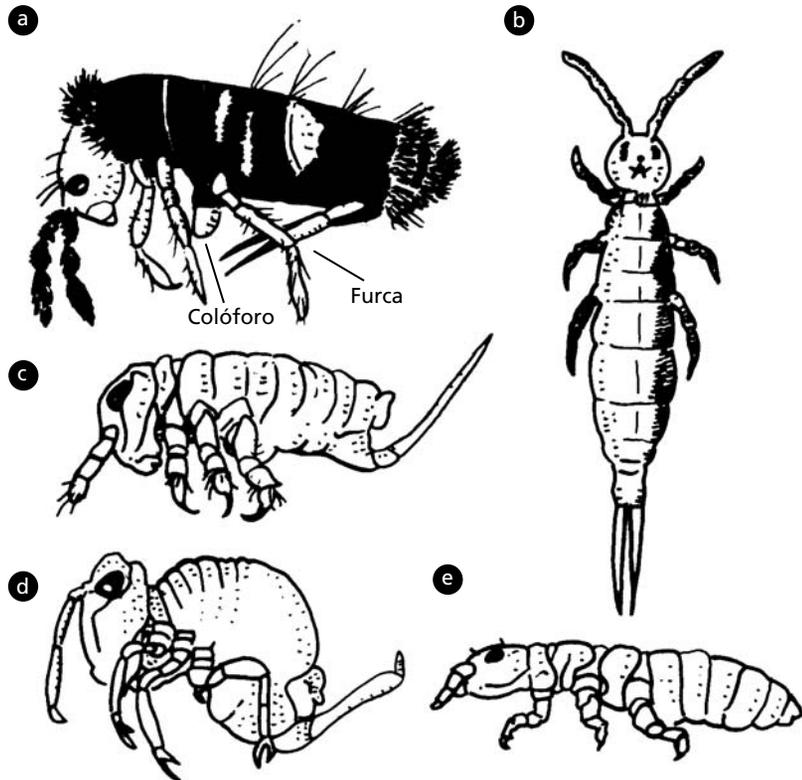


Figura 13.1: Exemplos de Collembola. (a) Entomobryidae; (b) Isotmididae; (c) Poduridae; (d) Sminthuridae; (e) Hypogasturidae.

Ephemeroptera (efeméridas, siriruias)

As efeméridas são insetos de tamanho pequeno e médio (de alguns milímetros até 4cm), alongados, comuns em lagos e rios. Os adultos ocorrem em grandes revoadas e possuem vida muito curta, dedicando-se apenas à reprodução, sem se alimentar nessa fase. As ninfas são aquáticas, encontradas em grande variedade de ambientes (rios, lagos, poças, bromélias), respirando por meio de traqueobrânquias. As ninfas alimentam-se de detritos (restos vegetais) e algas, possuindo hábitos coletores e raspadores. Quanto ao modo de locomoção no meio aquático, algumas espécies possuem larvas nadadoras ou reptantes. Várias espécies possuem adaptações para se prender ao substrato. Outras apresentam corpo com formato hidrodinâmico. Algumas espécies possuem hábito cavador.

Dentre os insetos, somente as efeméridas possuem dois estágios alados: a imago (adulto) e a subimago, que é uma forma alada, muito semelhante ao adulto, mas sem capacidade de reprodução. A sub-imago sofre uma muda, da qual emerge o adulto. As formas adultas possuem

antenas curtas, setiformes, olhos compostos bem desenvolvidos, até três ocelos, aparelho bucal atrofiado, pernas às vezes atrofiadas, dois pares de asas membranosas, sendo as do segundo par, bem menores, às vezes muito reduzidas ou ausentes. Na extremidade posterior do corpo há três filamentos (os dois cercos e um filamento mediano). As ninfas são semelhantes aos adultos, exceto pelo aparelho bucal mastigador, pelas asas ainda em formação e pela presença de traqueobrânquias no abdome, de formas variadas (Figura. 13.2).

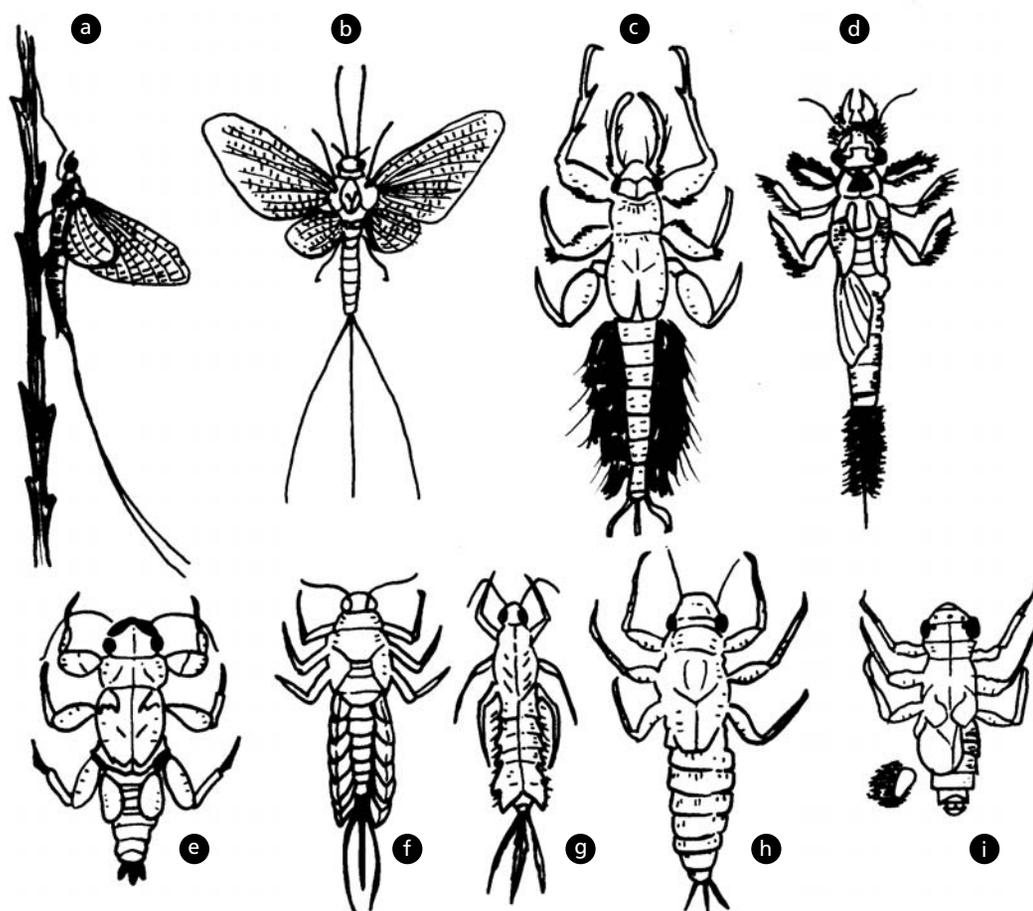


Figura 13.2: Exemplos de Ephemeroptera. (a) e (b) formas adultas; de (c) a (i) ninfas: (c) Euthyplociidae; (d) Polymitarcyidae; (e) Leptohiphidae; (f) e (g) Baetidae; (h) Leptophebiidae; (i) Caenidae.

Odonata (lavadeiras, libélulas)

As libélulas são muito comuns, de tamanho grande (as menores espécies têm cerca de 2cm e as maiores ultrapassam 15cm de comprimento), cores vistosas e facilmente reconhecíveis. Os adultos têm grande capacidade de vôo e normalmente estão próximos às coleções de água. As larvas são aquáticas e respiram por meio de traqueobrânquias, ocorrendo em diversos ambientes aquáticos como rios, lagos, poças e até bromélias. Tanto adultos como larvas são predadores carnívoros. Os adultos caçam insetos em vôo e as larvas alimentam-se de organismos aquáticos (insetos, crustáceos, oligoquetos, pequenos peixes e girinos). Quanto ao modo de locomoção no meio aquático, as larvas podem ser cavadoras, nadadoras, reptantes, ter o hábito de trepadoras sobre plantas aquáticas ou agarrar-se a pedras e troncos em ambientes com correnteza. As formas adultas possuem olhos muito desenvolvidos, ocupando grande parte da superfície da cabeça, três ocelos, antenas curtas, setiformes e aparelho bucal mastigador. As asas são membranosas, com muitas veias, formando um retículo complexo. O abdome é aproximadamente cilíndrico. As duas subordens, Anisoptera e Zygoptera, são fáceis de reconhecer. A primeira apresenta formas robustas, com a base das asas alargadas, especialmente as posteriores. A segunda possui formas menores, delicadas e com as asas iguais e estreitas na base. As ninfas das duas subordens têm em comum o lábio especializado para caça, extensível, ficando dobrado sob a cabeça. As ninfas de Anisoptera são robustas e possuem traqueobrânquias no reto, não visíveis externamente, enquanto as ninfas de Zygoptera são mais delicadas e possuem três traqueobrânquias externas em forma de lamelas na parte posterior do abdome (Figura 13.3).

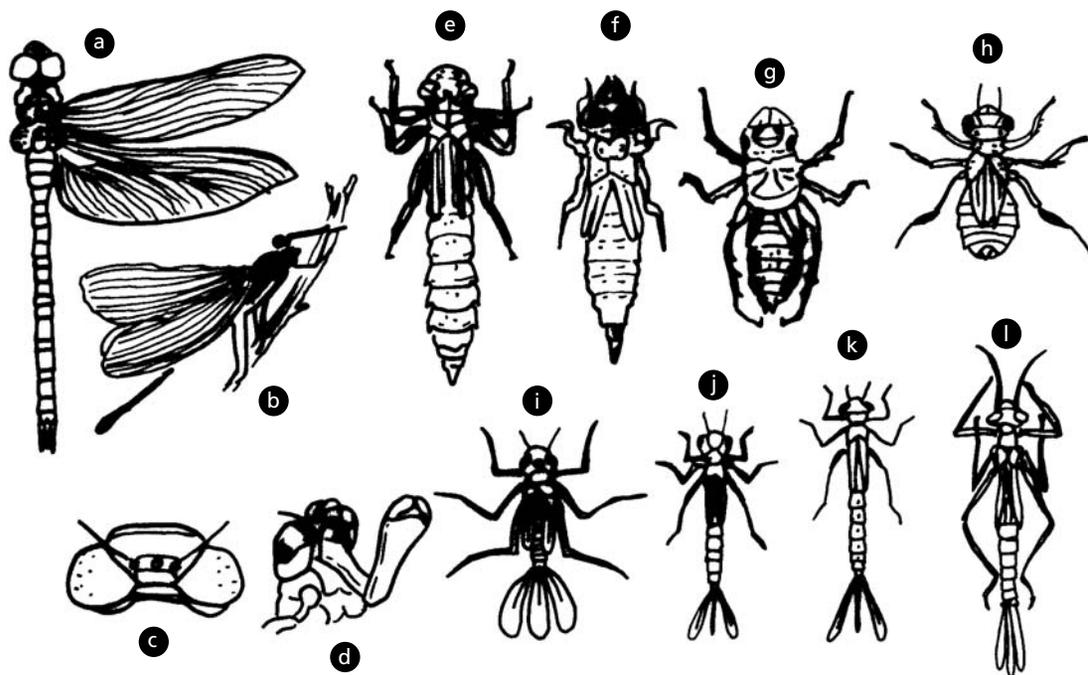


Figura 13.3: Exemplos de Odonata. (a) Forma adulta da subordem Anisoptera; (b) forma adulta da subordem Zygoptera; (c) cabeça de uma libélula mostrando antenas curtas e setiformes; (d) cabeça de uma náíade mostrando o lábio; de (e) a (l) náíades; (e) Aeshnidae; (f) Gomphidae; (g) Corduliidae; (h) Libellulidae; (i) Megapodagrionidae; (j) Coenagrionidae; (k) Lestidae; (l) Calopterygidae.

Plecoptera (plecópteros)

Os plecópteros são insetos de tamanho pequeno ou médio (de 5mm a 3cm de comprimento), encontrados perto de águas correntes. As formas adultas são encontradas na vegetação próxima às margens dos rios. As larvas dos plecópteros são aquáticas, encontradas geralmente em rios, sob pedras e respirando por traqueobrânquias. A maioria das espécies é predadora, alimentando-se de insetos aquáticos, minhocas e crustáceos, mas algumas espécies também são coletoras, alimentando-se de detritos (restos vegetais) e algas. Quanto ao modo de locomoção, as larvas são reptantes ou se agarram ao substrato em ambientes com correnteza. Adultos e ninfas são muito semelhantes, diferindo quanto ao desenvolvimento das asas e à presença de traqueobrânquias. As antenas são longas e filiformes, o aparelho bucal é do tipo mastigador, as asas são membranosas e os cercos são bem desenvolvidos, longos e multissegmentados. As ninfas apresentam traqueobrânquias em forma de tufo, no tórax ou no final do abdome (Figura 13.4).

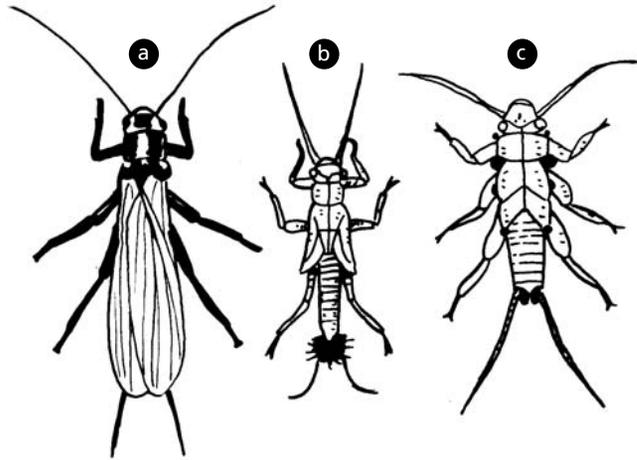


Figura 13.4: Exemplos de Plecoptera. (a) Forma adulta; (b) ninfa de Gripopterygidae, com traqueobrânquias somente no final do abdome; (c) ninfa de Perlidae, com traqueobrânquias no tórax.

Orthoptera (gafanhotos, grilos, esperanças)

Os ortópteros possuem tamanho muito variado (de 5mm a cerca de 10cm de comprimento) são bastante comuns e facilmente observáveis. A maioria habita diversos ambientes terrestres (áreas agrícolas, pastos, florestas, restingas, manguezais). Há poucas espécies associadas ao meio aquático, não sendo verdadeiramente aquáticas. Essas espécies ocorrem em rios e lagos, sendo que a maioria se alimenta de plantas, mas algumas esperanças são predadoras. Com relação à locomoção no meio aquático, os ortópteros são reptantes, trepadores, cavadores e algumas espécies podem se mover na superfície da água. Em lagos e brejos, geralmente estão associados a plantas aquáticas. Os ortópteros possuem antenas longas, aparelho bucal mastigador e o terceiro par de pernas adaptado para saltar. Alguns têm o primeiro par de pernas adaptado para cavar (**Figura 13.5**).

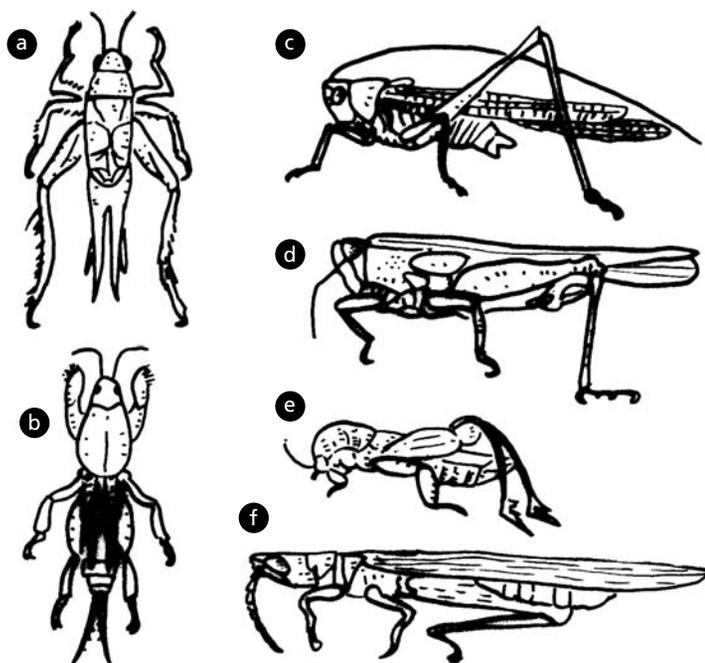


Figura 13.5: Exemplos de Orthoptera. (a) Gryllidae; (b) Gryllotalpidae; (c) Tettigoniidae; (d) Tetrigidae; (e) Tridactylidae; (f) Acrididae.

Hemiptera (percevejos, baratas-d'água)

Os insetos da ordem Hemiptera são facilmente observáveis. Seu tamanho varia de poucos milímetros a mais de 10cm de comprimento. A maioria das espécies é terrestre, mas muitos grupos habitam o meio aquático, vivendo em rios, lagos, poças e até no mar. A maioria das espécies aquáticas é de predadores, alimentando-se de insetos, crustáceos, oligoquetos, pequenos peixes e girinos, e possuem o aparelho bucal adaptado para perfurar e sugar. Algumas espécies apresentam o primeiro par de pernas raptorais. Poucas espécies se alimentam de algas. Com relação à locomoção no meio aquático, os percevejos são nadadores ou apresentam o hábito de se locomover sobre a superfície da água. Várias espécies possuem pernas adaptadas para o nado (como remos) ou para deslizar ou caminhar sobre a água. Muitas espécies estão associadas a plantas aquáticas. Os hemípteros apresentam antenas filiformes, as quais podem estar escondidas (não-visíveis). O aparelho bucal é do tipo picador-sugador, formando um bico. As asas do par anterior, quando desenvolvidas, são do tipo hemiélitro, nas quais a base é coriácea e o ápice é membranoso (Figura 13.6).

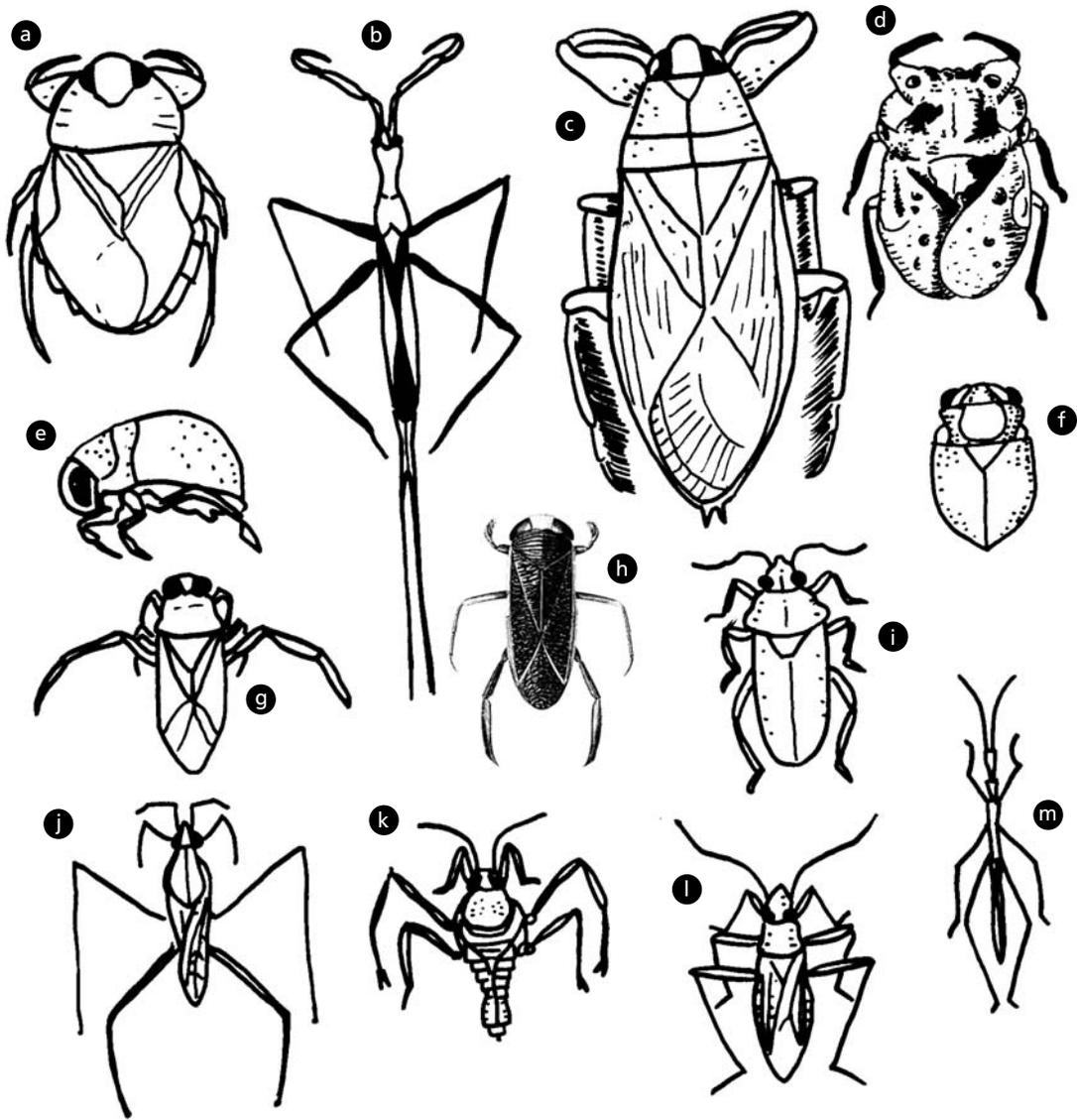


Figura 13.6: Exemplos de Hemiptera. (a) Naucoridae; (b) Nepidae; (c) Belostomatidae; (d) Gelastocoridae; (e) Pleidae; (f) Helotrophidae; (g) Notonectidae; (h) Corixidae; (i) Hebridae; (j) Gerridae; (k) Veliidae; (l) Mesoveliidae; (m) Hydrometridae.

Ordem coleoptera (besouros)

Os besouros constituem o maior grupo em espécies dentre os insetos e são bem conhecidos, variando em tamanho desde menos de 1 milímetro até cerca de 15 centímetros. Muitas dessas espécies habitam o meio aquático (rios, lagos, poças, bromélias e o mar). As larvas aquáticas respiram por meio da parede do corpo, de sifões, e também por meio de traqueobrânquias. Os adultos aquáticos respiram por meio de bolhas de ar ou plastrão (área da superfície do corpo, em contato com os espiráculos respiratórios, que mantém uma camada de ar mesmo quando o inseto mergulha). Algumas espécies são predadoras, enquanto outras se alimentam de detritos (restos vegetais e animais), plantas vivas (macrófitas aquáticas) e algas. Com relação à locomoção no meio aquático, os besouros podem ser reptantes ou possuir o hábito de se segurar a plantas aquáticas ou a pedras e troncos. Diversas espécies apresentam pernas adaptadas para nadar. Besouros apresentam olhos compostos desenvolvidos, antenas de formas variadas e aparelho bucal. Há uma família, Gyrinidae, que vive na superfície da água e cujos olhos são divididos, ficando uma metade fora e outra metade dentro da água. Possuem pernas adaptadas ao nado, achatadas e com muitas cerdas. As asas do primeiro par são duras e sem nervuras (élitros). As larvas são campodeiformes, com olhos simples no lugar dos olhos compostos (estemas), antenas filiformes de tamanho variado e aparelho bucal mastigador, mas há casos em que este é modificado para perfurar e sugar (Figura 13.7).

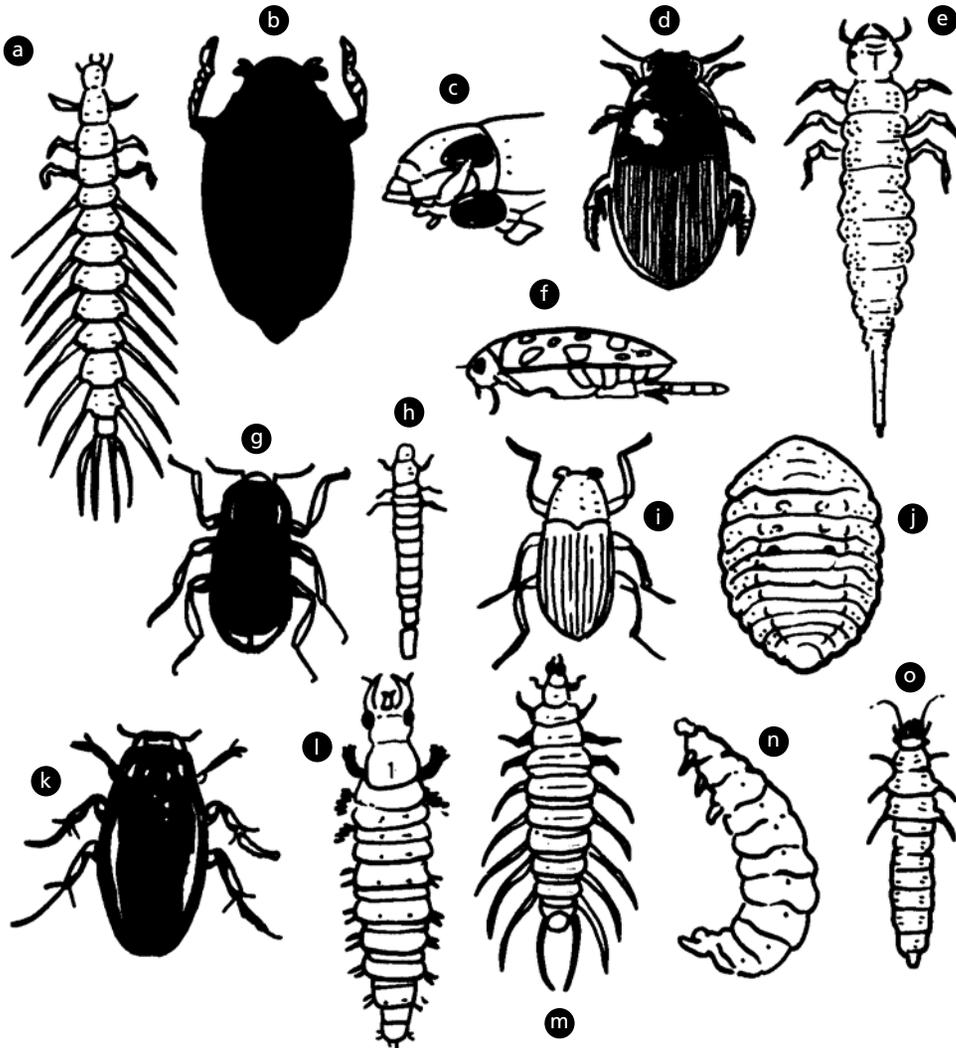


Figura 13.7: Exemplos de Coleoptera. (a)-(c) Gyrinidae: (a) larva; (b) adulto; (c) vista lateral da cabeça do adulto mostrando o olho dividido; (d)-(f) Dytiscidae: (d) e (e) adultos; (f) larva; (g)-(h) Elmidae: (g) adulto; (h) larva; (i) Dryopidae (adulto); (j) Psephenidae (larva); (k)-(m) Hydrophilidae: (k) adulto; l e (m) larvas; (n) Chrysomelidae (larva); (o) Scirtidae (larva).

Megaloptera (megalópteros)

Os insetos da ordem Megaloptera variam de tamanho entre 10mm e 7cm de comprimento. Os adultos são encontrados nas proximidades de rios e têm hábitos crepusculares ou noturnos. As larvas são aquáticas, respiram por meio de traqueobrânquias e ocorrem, principalmente, em rios. Os megalópteros são predadores, alimentando-se de outros organismos. Com relação ao hábito em meio aquático, os megalópteros são cavadores, reptantes e se agarram ao substrato em ambientes com correnteza. As formas adultas apresentam antenas longas, filiformes e aparelho bucal do tipo mastigador. As asas são membranosas e apresentam muitas veias. As larvas são campodeiformes e apresentam brânquias e prolongamentos laterais no abdome. No final do corpo, podem apresentar falsas pernas ou um filamento mediano (Figura 13.8).

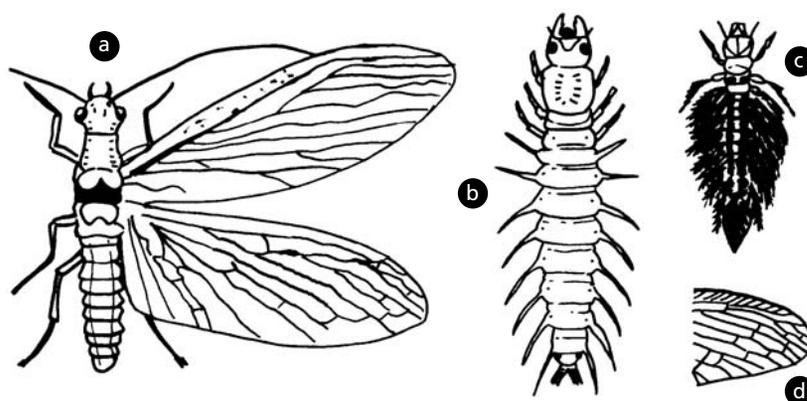


Figura 13.8: Exemplos de Megaloptera. (a) Corydalidae (adulto); (b) Corydalidae (larva); (c) Sialidae (larva); (d) margem da asa com veias simples.

NEUROPTERA (NEURÓPTEROS)

Os insetos da ordem Neuroptera possuem tamanho de pequeno a grande, sendo que as espécies aquáticas têm tamanho pequeno (entre 6 e 8 mm de comprimento). As larvas das espécies aquáticas ocorrem em rios e lagos, sempre associadas a esponjas de água doce, das quais se alimentam. Os adultos possuem antenas longas, filiformes e aparelho bucal do tipo mastigador. As asas são membranosas com muitas veias, sendo que muitas delas apresentam uma bifurcação próxima à margem. As larvas são do tipo campodeiforme e apresentam as mandíbulas e as maxilas longas, em forma de estilete, especializadas no ato de perfurar e sugar (Figura 13.9).

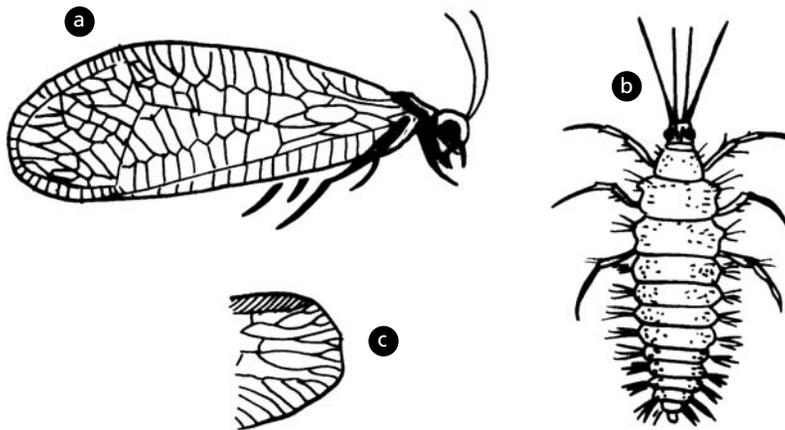


Figura 13.9: Exemplos de Neuroptera. (a) Sisyridae (adulto); (b) Sisyridae (larva); (c) margem da asa mostrando veias bifurcadas.

Trichoptera (friganidos, curubixás)

Os tricópteros são insetos de tamanho pequeno a médio (de 2mm a 4cm de comprimento), com um aspecto geral semelhante às mariposas. As larvas são aquáticas, encontradas em rios, lagos, poças e bromélias, respirando por meio de traqueobrânquias. Como lepidópteros e dípteros, produzem seda com a glândula labial. Uma das características mais marcantes desse grupo (não todos, mas a maioria das espécies) é o hábito de construir pequenas casas, utilizando, para tanto, a seda. As casas têm diferentes formatos, sendo feitas somente de seda ou de diversos outros materiais (fragmentos de folhas, madeira, algas, areia, pequenas pedras), sempre presos com seda. Outras usam a seda para tecer redes de captura. As larvas alimentam-se de folhas (cortadoras), conteúdo líquido de plantas e algas (sugadoras), detritos vegetais, algas (coletoras, raspadoras e filtradoras) e insetos ou outros animais (predadoras). Com relação à locomoção no meio aquático, têm o hábito de agarrar-se ao substrato, nadar ou cavar, sendo que algumas espécies são associadas a plantas aquáticas. Os adultos apresentam antenas muito longas e filiformes e as peças bucais atrofiadas, sendo aparentes somente os palpos das maxilas e do lábio. O corpo e as asas são revestidos de cerdas e escamas. As larvas são do tipo campodeiforme com somente um par de falsas pernas no último segmento do abdome (Figura 13.10).

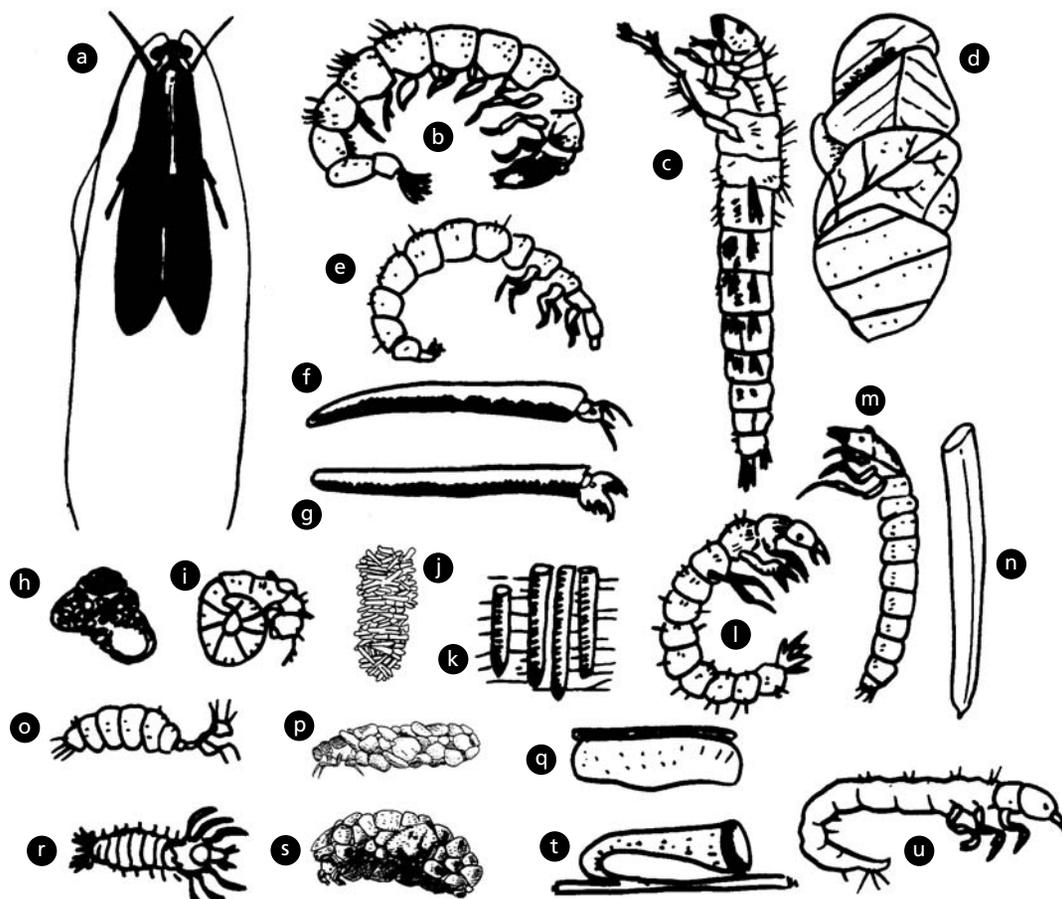


Figura 13.10: Exemplos de Trichoptera: (a) Forma adulta; (b) larva de Hydropsychidae; (c) larva de Calamoceratidae (retirada da casa); (d) Calamoceratidae (casa); (e) larva Hydrobiosidae; (f) larva de Leptoceridae; (g) larva de Leptoceridae; (h) Helicopsychidae (casa); (i) larva de Helicopsychidae (retirada da casa); (j) Leptoceridae (casa); (k) Philopotamidae (redes); (l) larva de Philopotamidae; (m) larva de Sericostomatidae (retirada da casa); (n) Sericostomatidae (casa); (o) larva de Hydroptilidae (retirada da casa); (p) larva de Hydroptilidae; (q) Hydroptilidae (casa); (r) larva de Glossosomatidae (retirada da casa); (s) larva de Glossosomatidae; (t) Polycentropodidae (rede de captura); (u) larva de Polycentropodidae.

Lepidoptera (mariposas)

As mariposas e borboletas são insetos comuns, bem conhecidos e de tamanho médio a grande (de alguns milímetros a cerca 8cm de comprimento). As borboletas e a maioria das mariposas habitam diversos ambientes terrestres (matas, florestas, restingas, manguezais), mas algumas poucas espécies de mariposas vivem em rios e lagos. As larvas aquáticas respiram por meio da parede do corpo ou por traqueobrânquias. Alimentam-se de detritos, algas e plantas vivas (macrófitas aquáticas). Com relação à locomoção no meio aquático, as

larvas são nadadoras, trepadoras ou cavadoras (mineiras) em plantas aquáticas. Algumas constroem casulos com fragmentos de folhas e seda. As mariposas apresentam como características principais, o corpo e as asas cobertos com escamas, antenas filiformes e aparelho bucal do tipo sugador-maxilar, no qual as maxilas formam uma tromba sugadora que fica enrolada sob a cabeça (espirotromba). As larvas são do tipo eruciforme, com, pelo menos dois pares de falsas patas no abdome, armadas de séries de minúsculos ganchos. Algumas larvas apresentam traqueobrânquias desenvolvidas (Figura 13.11).

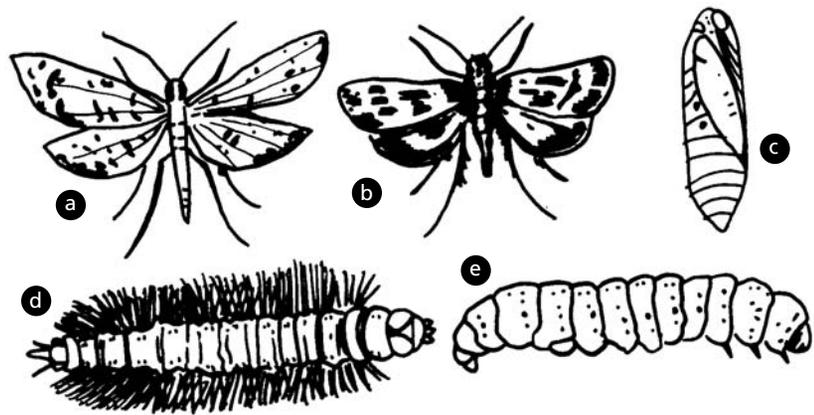


Figura 13.11: Exemplos de Lepidoptera. (a-d) Pyralidae: a e b formas adultas; (c) pupa; (d) larva; (e) Cossidae (larva).

Diptera (mosquitos, moscas)

Os dípteros aquáticos são insetos de grande importância nas cadeias tróficas, sendo, talvez, o grupo mais rico em espécies na água doce. Apresentam tamanho de pequeno a médio (de alguns milímetros a cerca de 1,5cm). Alguns grupos ocorrem em ambientes terrestres (moscas), mas uma grande proporção tem larvas vivendo no meio aquático (pernilongos, borrachudos, mosquitos-pólvora, mutucas etc.). As larvas habitam uma grande variedade de ambientes aquáticos (rios, lagos, poças, bromélias, quaisquer pequenas coleções de água e o mar). As larvas aquáticas respiram por meio da parede do corpo e de sifões, e alimentam-se de detritos (restos vegetais), plantas vivas (plantas aquáticas), algas, fungos e pequenos animais. Com relação à locomoção no meio aquático, as larvas são reptantes, nadadoras e cavadoras, com algumas espécies associadas a plantas aquáticas. Larvas de alguns grupos prendem-se ao substrato em ambientes com correnteza, através da seda ou de ventosas formadas por ganchos. Os adultos têm hábitos alimentares variados (saprófagos, nectívoros, predadores, hematófagos). Eles apresentam antenas de variados tipos (filiformes, plumosas, aristadas, estiladas), aparelho bucal de vários tipos, incluindo picador-sugador e sugador labial, e o segundo par de asas modificado em balancins, cuja função está relacionada ao equilíbrio durante o voo. As larvas são do tipo vermiforme, sem pernas torácicas verdadeiras, desenvolvidas e podendo apresentar falsas pernas no tórax ou no abdome. As larvas da subordem Nematocera apresentam cabeça distinta, com estemas, antenas e peças bucais desenvolvidas, enquanto as larvas da subordem Brachycera apresentam a cabeça incompleta ou indistinta, às vezes com as peças bucais reduzidas a um par de ganchos (Figura 13.12).

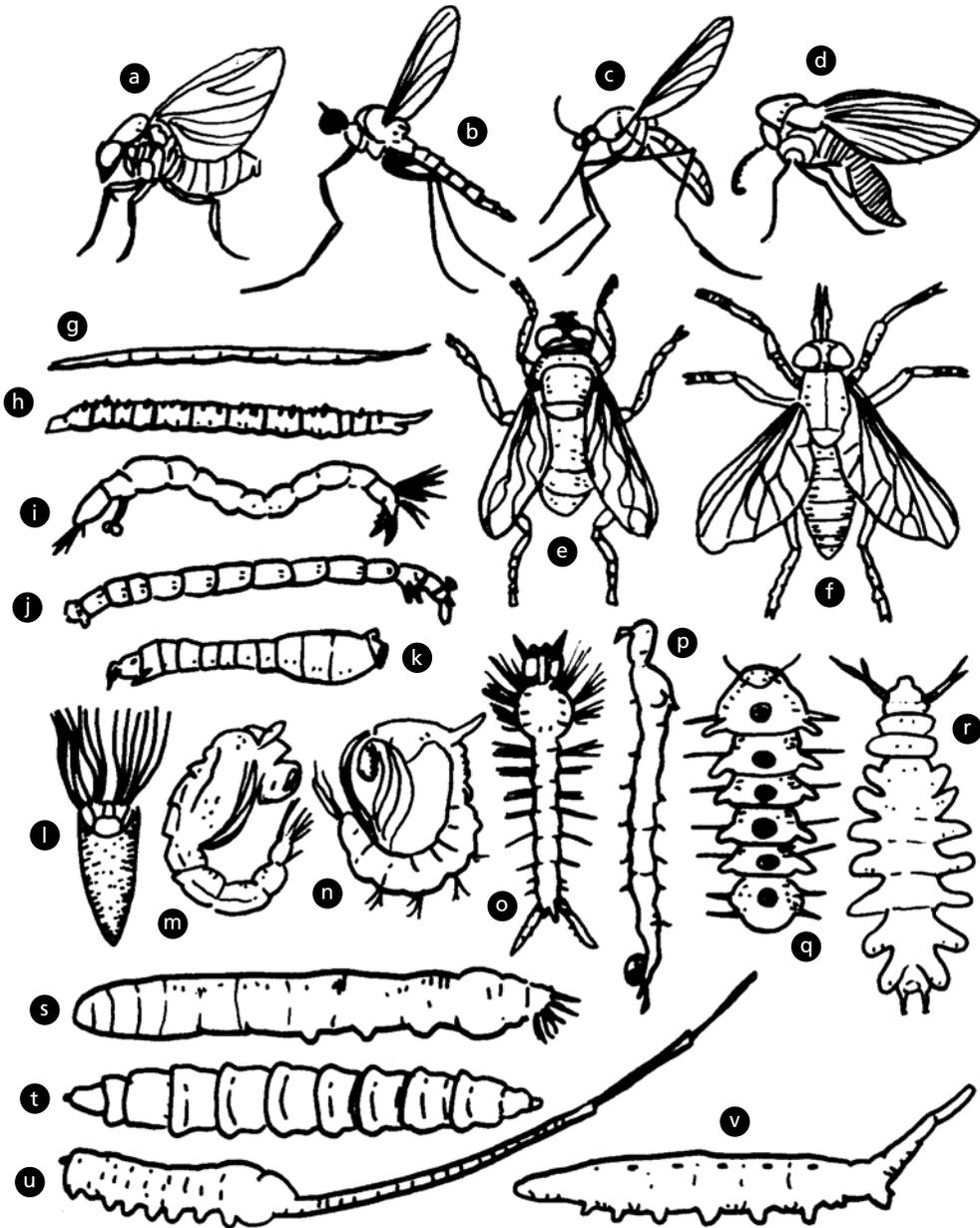


Figura 13.12: Exemplos de Diptera. (a) Simuliidae (adulto); (b) Chironomidae (adulto); (c) Culicidae (adulto); (d) Psychodidae (adulto); (e) Syrphidae (adulto); (f) Tabanidae (adulto); (g) Ceratopogonidae (larva); (h) Psychodidae (larva); (i) Chironomidae (larva); (j) Chironomidae (larva); (k) Simuliidae (larva); (l) Simuliidae (pupa); (m) Chironomidae (larva); (n) Culicidae (pupa); (o) Culicidae (larva); (p) Chaoboridae (larva); (q) Blephariceridae (larva); (r) Deuterophlebiidae (larva); (s) Tipulidae (larva); (t) Tabanidae (larva); (u) Syrphidae (larva); (v) Ephydriidae (larva).

Várias espécies de dípteros aquáticos têm grande importância médica, pois são transmissores de doenças como a malária, a dengue, a febre amarela, dentre outras.

Na **Tabela 13.2**, estão listadas as famílias e gêneros vetores mais conhecidos.

Tabela 13.2: Famílias e gêneros de Diptera aquáticos, vetores de doenças e o agente causador

Família	Gêneros	Agente	Doença
Culicidae	<i>Aedes, Culex, Anopheles</i> <i>Mansonia</i>	<i>Wuchereria bancrofti</i> (Nematoda)	Elefantíase
Culicidae	<i>Anopheles</i>	<i>Plasmodium spp.</i> (Protozoa)	Malária
Culicidae	<i>Aedes</i>	<i>Flavivirus</i> (vírus da febre amarela)	Febre amarela
Culicidae	<i>Aedes</i>	<i>Flavivirus</i> (vírus da dengue)	Dengue
Culicidae	<i>Culex, Aedes</i>	<i>Flavivirus</i> (vírus Rocio)	Encefalite
Ceratopogonida	<i>Culicoides</i>	<i>Manzonella ozzardi</i> (Nematoda)	Filariose
Simuliidae	<i>Simulium</i>	<i>Onchocerca volvulus</i> (Nematoda)	Oncocercose
Tabanidae	<i>Chrysops</i>	<i>Loa loa</i> (Nematoda)	Loaíose
Tabanidae	<i>Chrysops</i>	<i>Pateurelia tularensis</i> (Bacteria)	Tularemia
Tabanidae	<i>Tabanus</i>	<i>Bacillus anthracis</i> (Bacteria)	Anthas



ATIVIDADES

1. A partir do conhecimento adquirido até aqui, enumere a coluna a seguir:

1	Hemiélitos	()	Coleoptera
2	Espirotromba	()	Hemiptera
3	Ninfas com lábio modificado para caça	()	Lepidoptera
4	Ninfas com brânquias no tórax	()	Ephemeroptera
5	Larvas vermiformes	()	Plecoptera
6	Larvas alimentam-se de esponjas de água doce	()	Diptera
7	Larvas constroem casas de vários materiais	()	Megaloptera
8	Corpo com três filamentos terminais	()	Odonata
9	Élitros	()	Neuroptera
10	Larvas com prolongamentos laterais no abdome	()	Trichoptera

2. Que ordem de insetos apresenta uma forma alada não-adulta?

3. Faça uma pesquisa sobre que doenças são transmitidas por insetos aquáticos na sua cidade, no seu estado ou na sua região.

AMBIENTES AQUÁTICOS

Cerca de 3/4 da superfície do nosso planeta é coberta por água, sendo a maior parte ocupada pelos oceanos. De toda essa água, menos de 4% correspondem à água doce (fontes, rios, lagos, lençol freático etc.). Esses ambientes, de acordo com suas características, podem ser separados da seguinte forma:

Ambiente marinho: O ambiente marinho é formado por grandes coleções de água salgada, os oceanos (com salinidade variando de 34 a 47 p/1000). Os ambientes marinhos podem ser separados em oceânico (águas além e abaixo da plataforma continental – mar aberto), nerítico (águas acima da plataforma continental, próximas à costa) e intertidal (zona de marés).

Ambiente estuarino: Águas salobras (com salinidade variando de 0,5 a 32 p/1000). Correspondem às zonas de transição (ecótonos) entre águas continentais e do mar. São os deltas e estuários de rios, lagoas costeiras, baías e brejos salgados. Os ambientes estuarinos podem ser separados em subtidal (abaixo da zona de marés) e intertidal (na zona de marés).

Ambiente continental: As águas continentais compreendem ambientes de água doce, subterrâneos ou de superfície (com salinidade variando de 0,01 a 0,5 p/1000) e de água salobre (algumas lagoas costeiras). Podem ser divididos em lóticos (águas correntes - nascentes, córregos, rios) e lênticos (lagos, poças, reservatórios, brejos, água acumulada em plantas (fitotelmas) (**Tabela 13.3**).

Tabela 13.3: Ambientes aquáticos continentais

AMBIENTES	HÁBITAT	DESCRIÇÃO
Lóticos	Crenal	nascentes
	Ritral	zonas de córregos e riachos em áreas de declive acentuado
	Potamal	zonas de rios com pouco declive, normalmente ao nível do mar
Lênticos	Lacustre	lagos, poças
	Palustre	brejos, pântanos – ecótonos entre os ambientes terrestre e aquático
	Fitotelmas	reservatórios de água em plantas e ocós de árvores
Subterrâneos	Troglal	corpos d'água em cavernas
	Stigal	água de lençol freático

OS AMBIENTES AQUÁTICOS E SUAS COMUNIDADES

A invasão do meio aquático pelos insetos foi bem-sucedida somente nos ambientes de água doce. Poucas espécies (algumas centenas) são marinhas. A maioria dos insetos de águas salgadas descende de grupos terrestres e não de linhagens da água doce. Insetos terrestres possuem cutícula impermeável e urina hiperosmótica, características que poderiam ser vantajosas no ambiente marinho. Os fatores que possivelmente limitaram a ocupação do ambiente marinho por parte dos insetos são: 1 – A grande turbulência da água; 2 – Mudanças de pressão hidrostática; 3 – Imersão e emersão alternadas na zona de marés; 4 – Grande profundidade; 5 – Alta salinidade; 6 – Menor disponibilidade

de alimento; 7 – Competição (os crustáceos são originalmente marinhos e já ocupavam esse ambiente); 8 – Predação (predadores terrestres e marinhos); 9 – Pobreza de Angiospermas.

A maioria das espécies aquáticas vive em ambientes de água doce (Tabela 13.4).

Tabela 13.4: Ocorrência dos estágios de desenvolvimento nos principais habitats aquáticos

ORDEM	Terrestre	Dulçaquícola	Estuarino	Marinho
Collembola	A,L	A,L	A,L	A,L
Ephemeroptera	A	L	L	---
Odonata	A	L	L	---
Plecoptera	A	L	L	---
Orthoptera	A,L	A,L	---	---
Hemiptera	A	A,L	A,L	A,L
Megaloptera	A,P	L	---	---
Neuroptera	A,P	L	---	---
Coleoptera	A,L,P	A,L,P	A,L	A,L
Hymenoptera	A	A,L,P	---	A,L,P
Trichoptera	A	L,P	L,P	L,P
Lepidoptera	A	L,P	L,P	---
Diptera	A,P	L,P	L,P	L,P

L – larva; P – pupa; A – adulto.

Os ambientes de água doce, como vimos anteriormente, podem ser separados em dois grupos: ambientes lênticos e ambientes lóticos.

Ambientes lênticos

Os ambientes lênticos são lagos, lagoas, poças, brejos, pântanos, reservatórios, tanques de bromélias etc. Esses ambientes têm como característica principal a ausência de correntes ou a baixa velocidade destas. Todas as comunidades (plêuston, plâncton, nécton, bentos) estão presentes e suas distribuição e importância dependem de fatores como profundidade, tamanho, grau de trofismo e vegetação do corpo d'água.

Ambientes lóticos

Os ambientes lóticos são os rios e os riachos. Como característica principal desses ambientes está a presença de um fluxo unidirecional e contínuo de água (corrente). Aqui também, todas as comunidades (plêuston, plâncton, nécton, bentos) estão presentes, sendo o bentos a mais importante. O tipo e a distribuição de substratos, o tamanho do rio, a intensidade da corrente e a cobertura vegetal ribeirinha são os fatores mais importantes na distribuição das comunidades em rios.

COMUNIDADES DE AMBIENTES AQUÁTICOS

Podemos definir, como comunidade, o conjunto de organismos que vivem em um determinado hábitat. Nos ambientes aquáticos, os organismos podem ser agrupados em comunidades distintas, de acordo com a posição que ocupam e com a capacidade de locomoção que apresentam. As comunidades existentes no meio aquático são:

Plêuston: É a comunidade formada por organismos que vivem na superfície da água, associados ao filme superficial. Os organismos podem estar sobre o filme superficial (epiplêuston) ou sob o filme superficial (hipoplêuston).

Plâncton: É a comunidade de organismos suspensos na coluna d'água. São nadadores fracos e levados pelas correntes.

Nécton: É a comunidade formada por organismos bons nadadores, com capacidade de flutuar na coluna d'água e deslocar-se independentemente das correntes.

Bentos: É a comunidade formada por organismos associados ao substrato do fundo e a qualquer substrato relacionado. A maioria dos insetos pertence a esta comunidade, ao menos temporariamente. Os insetos do bentos podem estar associados a substratos móveis (sedimentos) ou fixos (rochas, troncos, folhas, plantas). Dependendo das características do inseto e do substrato, os insetos podem estar na superfície ou associados aos espaços intersticiais do substrato.

Essas comunidades podem estar mais ou menos representadas, dependendo das características do ambiente. Por exemplo, em trechos de rios com maior correnteza, a comunidade do plâncton é pouco desenvolvida **Figuras 13.13, 13.14 e 13.15.**

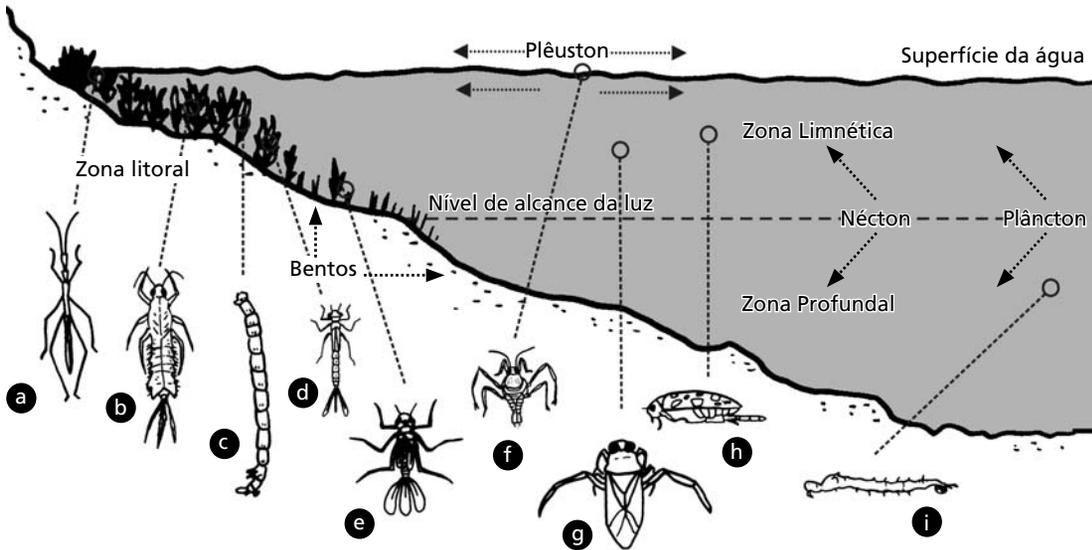


Figura 13.13: Zonas e comunidades de um lago. A maior parte dos insetos ocupa a zona litoral dos lagos, onde normalmente há maior concentração de vegetação. Mesmo os insetos do plêuston e do nécton estão relacionados ao bentos. (a) Hydrometridae (Hemiptera), habitante do plêuston; (b) Baetidae (Ephemeroptera), bentos; (c) Chironomidae (Diptera), bentos; (d) Odonata, bentos; (e) Odonata, bentos; (f) Veliidae (Hemiptera), pleuston; (g) Notonectidae (Hemiptera), nécton; (h) Dytiscidae (Coleoptera), nécton; (i) Chaoboridae (Diptera), fazem parte do plâncton durante a noite e do bentos durante o dia.

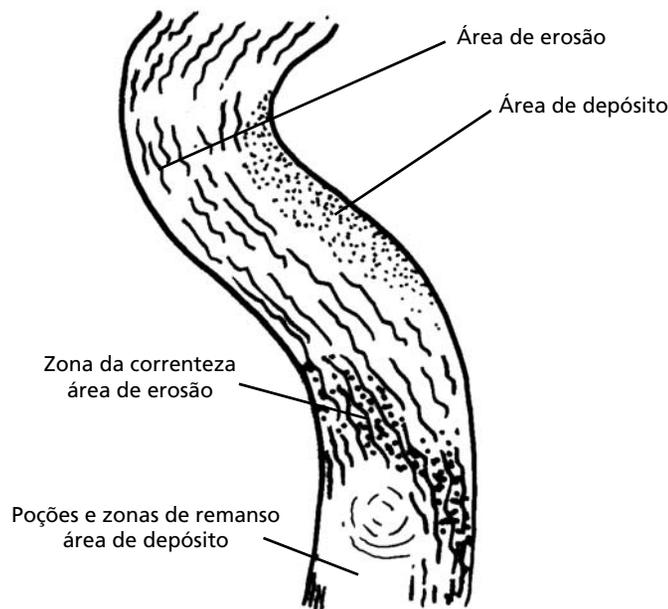


Figura 13.14: Zonas de uma seção de rio. Em uma mesma seção de um rio, encontramos áreas com maior ou menor correnteza, como consequência do relevo do terreno. Essas áreas são facilmente identificáveis, apresentando características bem definidas. No esquema, as curvas do rio apresentam velocidades diferentes de correnteza. Onde a correnteza é maior, o leito e a margem sofrem processo de erosão (o rio “cava” o leito e a margem). Onde a velocidade é menor, o rio deposita o sedimento carregado, formando espriados. Assim, temos um substrato mais móvel e fino nessas áreas. Existe também uma sucessão de corredeiras e poções. Nas corredeiras (áreas de maior declividade), a correnteza é maior e o leito é erodido (rochas aparentes), enquanto nos poções, a correnteza é menor e o leito é ocupado por depósitos (areia, folhas etc.).

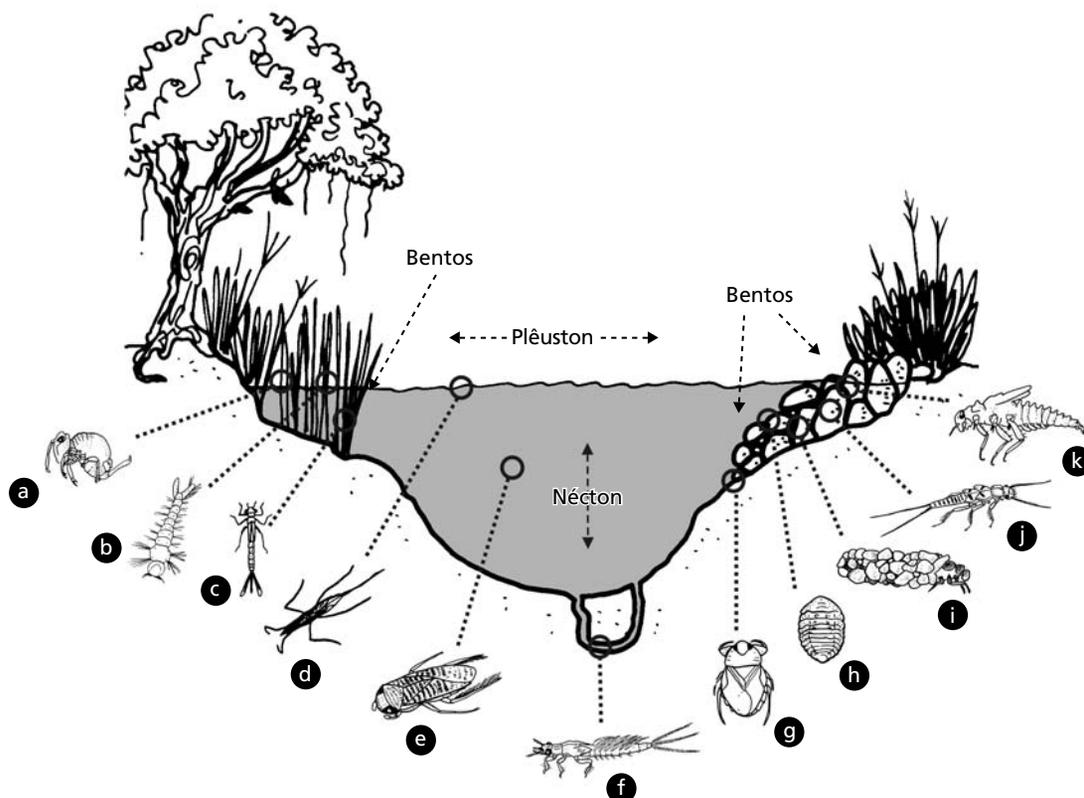


Figura 13.15: Comunidades de um rio – alguns exemplos. Neste esquema, uma margem representa uma seção com menor correnteza e vegetação aquática, e a outra, uma seção com maior correnteza e fundo rochoso. (a) Collembola, habitante do plêuston nas áreas marginais, sem correnteza; (b) Culicidae (Diptera) habitante de áreas sem correnteza; (c) Odonata, habitante do bentos; (d) Gerridae (Hemiptera), habitante do plêuston; (e) Corixidae (Hemiptera), nécton; (f) Polymitarcyidae (Ephemeroptera), bentos, larva cavadora de galerias no fundo; (g) Naucoridae (Hemiptera), bentos; (h) Psephenidae (Coleoptera), bentos; (i) larva de Trichoptera, bentos; (j) ninfa de Plecoptera, bentos; (k) ninfa de Ephemeroptera, bentos.

COMO OS INSETOS CONQUISTARAM A VIDA NA ÁGUA?

Os insetos aquáticos descendem de insetos terrestres. Como já sabemos, a ocupação efetiva do meio terrestre só foi possível com a aquisição de várias características que, no caso dos insetos, incluem um sistema respiratório traqueal e uma cutícula impermeável. Como ocupar o meio aquático a partir dessas adaptações? As possibilidades para a conquista do meio aquático seriam: 1– continuar respirando ar atmosférico ou retirar de reservatórios de plantas submersas; 2– reduzir a impermeabilidade da cutícula; 3– desenvolver estruturas especiais para respiração dentro da água; 4– contornar problemas com relação a diferenças de pressão osmótica.

Outras características do meio aquático também devem ser levadas em conta, pois têm conseqüências em vários aspectos como sentidos, locomoção e outras atividades.

Algumas características do meio aquático

1. A gravidade específica do gelo a 0°C é 8,5% menor que a da água.
2. O gelo é menos denso que a água.
3. A temperatura de densidade máxima da água é 4°C.
4. A água possui alto calor específico, sendo necessária grande quantidade de energia para induzir mudanças de estado. Assim, a água apresenta maior estabilidade térmica que o ar.
5. A água possui alta tensão superficial. Isso implica na existência de um filme superficial, que pode constituir uma barreira ou servir como substrato.
6. A água é 775 vezes mais densa que o ar. Essa maior densidade tem conseqüências na flutuação na água e também na locomoção.
7. A pressão hidrostática da água aumenta em 1 atmosfera a cada 10m de profundidade.
8. Mesmo com máxima transparência, a água é relativamente opaca à radiação solar, dificultando a visão e a orientação. Em maiores profundidades há pouca penetração de luz.
9. Há grande variação espacial e temporal das condições químicas da água. Por exemplo, o oxigênio pode apresentar concentrações maiores ou menores, dependendo da época do ano, da hora do dia e do local.

ADAPTAÇÕES RESPIRATÓRIAS EM INSETOS AQUÁTICOS

Como adaptações à respiração no meio aquático, os insetos apresentam modificações estruturais que podemos agrupar em sistemas abertos e sistemas fechados.

Sistemas abertos

Os sistemas abertos caracterizam-se por adaptações estruturais externas ao aparelho respiratório e/ou comportamentais, não ocorrendo modificações no sistema traqueal. Estas incluem: 1 – excursões à superfície para buscar ar; 2 – extensões do corpo para alcançar a superfície; 3 – mecanismos para retirar ar de plantas submersas; 4 – estruturas para carregar ar no corpo, possibilitando menos excursões à superfície e maior tempo de submersão; 5 – estruturas cuticulares especializadas para manutenção de um filme de ar junto ao corpo (sem excursões à superfície). Essas adaptações apresentam estruturas hidrófugas (não molháveis) para quebrar a tensão superficial da água e para fechar os espiráculos (cerdas, óleo de glândulas epidérmicas), mecanismos de fechamento dos espiráculos.

Tipos de sistemas abertos

Excursões à superfície e sifão: Diversos insetos aquáticos voltam à superfície da água para expor os espiráculos e renovar o ar no sistema traqueal. O sifão é uma extensão do corpo com abertura dos espiráculos ao ar atmosférico. Alguns sifões são especializados em perfurar tecidos e alcançar aerênquimas de plantas aquáticas. Espécies de diversas ordens possuem o hábito de renovar o ar na superfície, como Hemiptera, Megaloptera, Lepidoptera, Coleoptera e Diptera. Sifões ocorrem nas ordens Diptera, Hemiptera e Coleoptera (**Figura 13.16**).

Reservatório de ar e brânquia física: Reservatórios de ar, sob élitros (asas) ou bolhas de ar associadas a cerdas impermeáveis em contato com os espiráculos. Nas bolhas, onde há contato com a água, ocorre passagem do oxigênio dissolvido na água para a bolha, por diferenças na concentração, à medida que o inseto vai consumindo. Daí vem o nome de brânquia física. Porém, o tempo de mergulho é limitado, e esse sistema é dependente da temperatura da água, tamanho do corpo do inseto e da profundidade em que o inseto se encontra na água. As bolhas de ar permitem flutuação em alguns insetos. Essas adaptações ocorrem em Hemiptera, Coleoptera e Lepidoptera (**Figura 13.16**).

Plastrão: Reservatório de ar que resiste à entrada de água e cujo volume de ar não é influenciado pela pressão hidrostática. Essa adaptação respiratória ocorre em insetos de águas correntes ou bem oxigenadas. Esse sistema permite que o tempo de mergulho seja bem maior do que o tempo da brânquia física. O plastrão pode ser formado por cerdas hidrófugas especializadas, densamente arrumadas, formando canais que permanecem cheios de ar, ou por estruturas cuticulares formando labirintos. Os plastrões ocorrem em alguns Hemiptera, Coleoptera e Diptera (**Figura 13.16**).

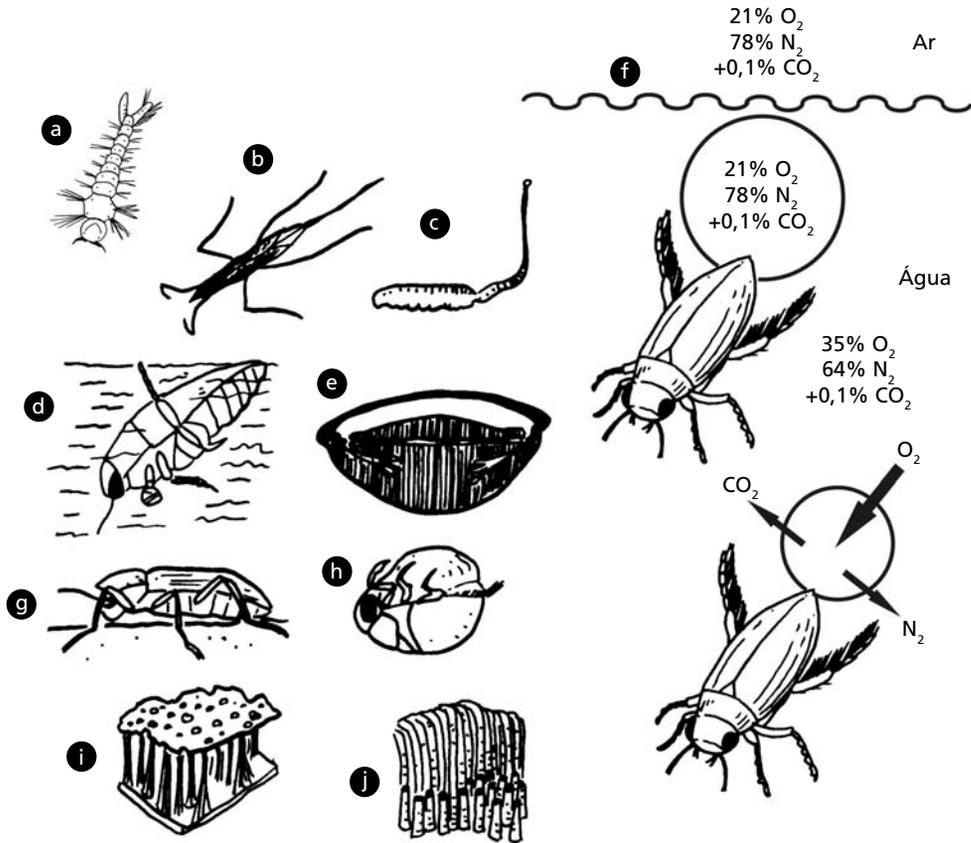


Figura 13.16: Exemplos de sistemas respiratórios abertos. Sifão: (a) larva de Culicidae (Diptera); (b) Nepidae (Hemiptera); (c) larva de Sirphidae (Diptera). Reservatório de ar: (d) Dytiscidae (Coleoptera); (e) Esquema do reservatório de ar sob os élitros. Brânquia Física e Plastrão: (f) esquema com as proporções de Oxigênio, Nitrogênio e Gás Carbônico no ar, na água e no filme de ar carregado por um coleóptero (retirado de Williams & Felmate, 1992); (g) plastrão na superfície ventral de um Elmidae (Coleoptera); (h) bolha de ar e um Pleidae (Hemiptera); (i) esquema de um plastrão cuticular; (j) – esquema de um plastrão de cerdas (h, i e j retiradas de Merritt & Cummins, 1996).

Sistemas fechados

Os sistemas fechados apresentam modificações no sistema traqueal. Dentre os problemas enfrentados para a respiração na água, estão a quantidade de oxigênio dissolvido (a saturação máxima de oxigênio dissolvido na água é 15ppm, enquanto o ar contém mais de 200.000ppm); a grande variação da quantidade de oxigênio dissolvido na água (depleções são comuns) e o fato de que a alta densidade da água dificulta a difusão dos gases. A obtenção do oxigênio dissolvido só foi possível com: 1– aumento da superfície respiratória; 2– epitélio respiratório localizado externamente; 3– modificações no sistema traqueal.

Tipos de sistemas fechados

Respiração cutânea: Respiração através da parede do corpo, com a camada externa (epicutícula) pouco espessa e permeável ao oxigênio. Em insetos de pequeno tamanho (sem traquéias) ou em insetos com o sistema traqueal desenvolvido, nos quais (nos sítios de trocas) a parede do corpo é muito irrigada por ramos traqueais. Há exemplos de respiração cutânea dentre os Plecoptera, Diptera, Trichoptera, Hymenoptera, Hemiptera e larvas de primeiros estádios de várias ordens.

Brânquias sangüíneas: Extensões da parede do corpo cheias de hemolinfa, presentes em alguns representantes de Diptera.

Traqueobrânquias: Evaginações da parede do corpo com grande irrigação de traquéias. Além da função respiratória, as traquéias desempenham importante papel na ventilação (renovação da água em torno do corpo), na natação (funcionando como propulsores), como adaptação à correnteza, na alimentação e na osmorregulação. No que se refere à relação área/volume, há aumento em número e tamanho das brânquias de acordo com o desenvolvimento do inseto, mas nem sempre o tamanho da brânquia está relacionado à necessidade de oxigênio. O aumento das brânquias pode ocorrer como adaptação para outras funções (ventilação, natação, aumento de superfície de fricção). As traqueobrânquias podem ser filamentosas ou lameladas e localizadas em diferentes partes do corpo. As traqueobrânquias estão presentes nas formas imaturas das ordens Ephemeroptera, Odonata, Megaloptera, Neuroptera, Plecoptera, Lepidoptera, Coleoptera e Trichoptera (**Figura 13.17**).

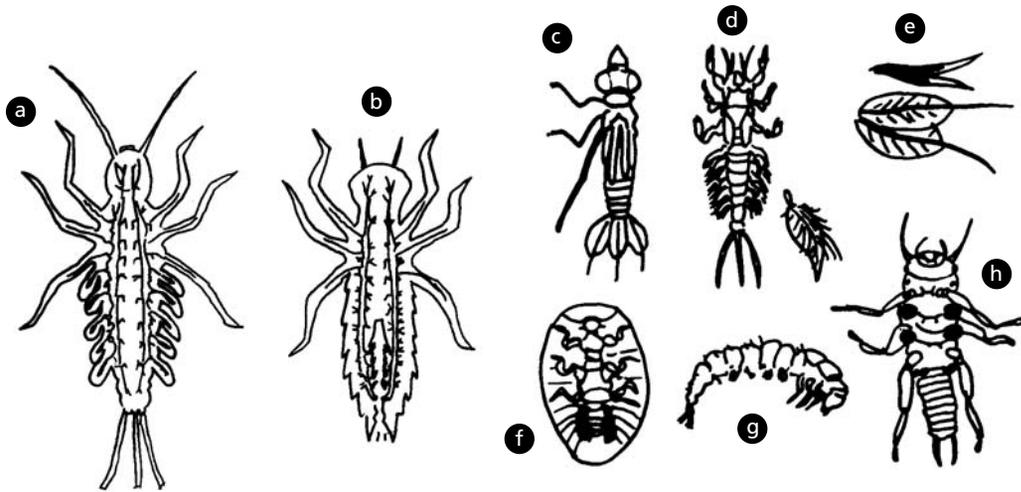


Figura 13.17: Exemplos de sistemas respiratórios fechados. (a) Esquema com traqueobrânquias externa (ex.: Ephemeroptera); (b) esquema com traqueobrânquias no tubo digestivo posterior (ex.: Odonata Anisoptera) (retirado de Wigglesworth, 1965); (c) ninfa de Zygoptera (Odonata); (d) ninfa de Polyimtarciidae (Ephemeroptera); (e) traqueobrânquias de Ephemeroptera; (f) larva de Psephenidae (Coleoptera); (g) larva de Hydropsychidae (Trichoptera); (h) ninfa de Perlidae (Plecoptera).

Alguns insetos aquáticos possuem hemoglobina no sangue, como as larvas de Chironomidae (Diptera), podendo sobreviver em ambientes com pouco oxigênio disponível.

Várias espécies de insetos aquáticos, para renovar a água em torno do corpo e auxiliar na obtenção de oxigênio, apresentam mecanismos, que chamamos de ventilação. De acordo com o sistema usado para a respiração e o ambiente, diferentes modos de ventilação estão envolvidos na renovação da água vizinha às superfícies respiratórias. Alguns insetos renovam a água, aproveitando o fluxo natural da corrente em riachos. Outros, em ambientes de águas com pouca correnteza, nadam, movem o corpo ou produzem batimentos das traqueobrânquias. Em insetos que constroem tubos (vários tricópteros e alguns lepidópteros e dípteros) ou galerias (alguns efemerópteros), a eficiência de movimentos do corpo por ondulação é aumentada, pois é produzido um fluxo unidirecional da água através do tubo ou da galeria. Ninfas de lavadeiras da subordem Anisoptera possuem traqueobrânquias no reto (parte final do tubo digestivo) e bombeiam água através da abertura anal (Tabela 13.5).

Tabela 13.5: Modos de ventilação usados por insetos aquáticos na obtenção de oxigênio

Sistema	Mecanismo de ventilação	Ordem
Respiração cutânea	Ondulação do corpo	Diptera Trichoptera (sem brânquias), Lepidoptera (sem brânquias)
	Nado	Diptera
	Fluxo natural da água	Trichoptera (sem casa e brânquias), Plecoptera (sem brânquias), Diptera (Simuliidae, Blepharieridae)
Traqueobrânquias	Batimento das brânquias	Ephemeroptera, Coleoptera Megaloptera
	Ondulação do corpo	Trichoptera, Lepidoptera, Diptera
	Flexões das pernas	Plecoptera
	Bomba retal	Odonata – Anisoptera
	Fluxo natural da água	Ephemeroptera Plecoptera, Odonata - Zygoptera, Trichoptera (com ou sem casa), Diptera
Reservatórios de ar	Movimentos das patas	Hemiptera
	Nado	Todos os que nadam com bolhas de ar expostas
	Fluxo natural da água	Diptera, Coleoptera, Lepidoptera

REGULAÇÃO OSMÓTICA

Nos insetos, a cutícula impermeável é uma adaptação ao meio terrestre e representa vantagem em termos de balanço hídrico no meio aquático. Por outro lado, uma cutícula permeável é uma adaptação à troca gasosa no meio aquático, representando um problema no balanço hídrico. Dependendo da salinidade da água, adaptações diferentes serão necessárias. Insetos aquáticos possuem pressão osmótica interna maior que a da água doce (hipertônicos), tendendo a perder sais e a ganhar água. Como adaptações, temos: 1 – produção de urina hipotônica (com poucos sais); 2 – absorção de íons da água (por células ou tecidos especiais); 3 – beber água e retirar os sais no tubo digestivo.

Insetos aquáticos possuem pressão osmótica interna menor que a da água salgada (hipotônicos), tendendo a ganhar sais e a perder água. Como adaptações, temos: 1 – produção de urina hipertônica (com maior

concentração de sais); 2 – eliminação de íons para a água (por meio da redução da quantidade e tamanho de células e tecidos de absorção); 3 – beber água e eliminar os sais.

A Tabela 13.6 e as Figuras 13.18 e 13.19 apresentam exemplos de ocorrência de sítios de absorção de íons em insetos aquáticos. As células especializadas em absorção de íons inorgânicos da água são conhecidas como células-cloreto, as quais podem ocorrer isoladas ou formar um epitélio (Tabela 13.6 e Figuras 13.18 e 13.19).

Tabela 13.6: Exemplos de sítios de absorção de íons em insetos aquáticos

Sítio de Absorção		Ordem
Células cloreto		Ephemeroptera, Plecoptera, Hemiptera
Epitélio cloreto	Abdominal	Trichoptera
	Anal	Diptera
	Retal	Odonata
Papilas anais		Diptera, Trichoptera
Ingestão	Intestino médio	Megaloptera
	Intestino posterior (íleo)	Coleoptera

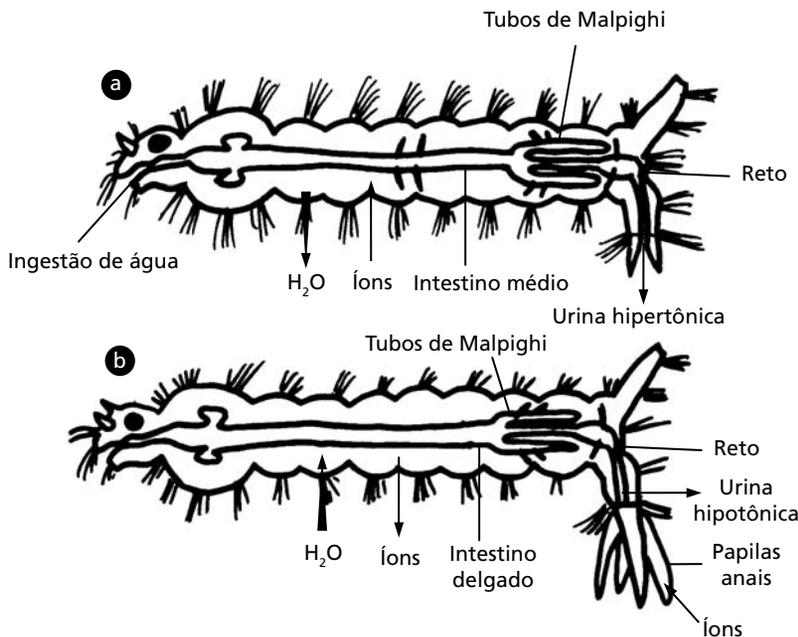


Figura 13.18: Regulação osmótica. (a) Hiposmótica. Larva de mosquito em água salgada com papilas anais pequenas; (b) hiperosmótica. Larva de mosquito em água doce com papilas anais grandes. As setas indicam o sentido dos fluxos de água e íons (Retirado de KOMNICK, 1977).

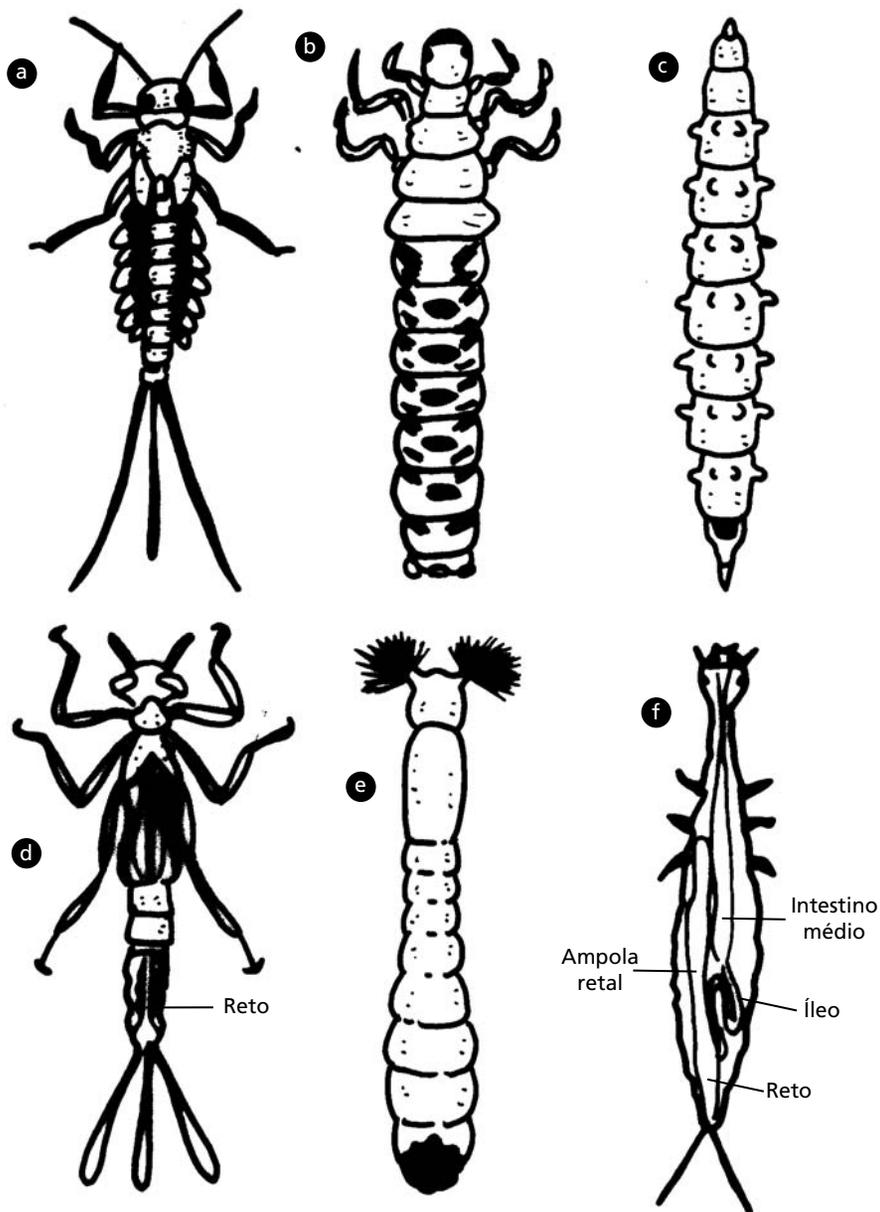


Figura 13.19: Exemplos de localização de sítios de absorção de íons em insetos aquáticos. (a) Células cloreto em ninfa de Baetidae (Ephemeroptera); (b) epitélio cloreto em larva de Limnephilidae (Trichoptera); (c) epitélio cloreto anal em larva de Tabanidae (Diptera); (d) epitélio cloreto retal em ninfa de Zygoptera (Odonata); (e) papilas anais em larva de Simuliidae (Diptera); (f) íleo, juntamente com ingestão de água em larva de Dytiscidae (Coleoptera) (Retirado de KOMNICK, 1977).

LOCOMOÇÃO E HÁBITOS NO MEIO AQUÁTICO

Insetos aquáticos apresentam diferentes modos de locomoção e fixação. De acordo com a comunidade a que pertencem (plâncton, bentos, nécton ou plêuston) e as características do ambiente (lêntico ou lótico), várias adaptações são encontradas. Estas incluem modificações morfológicas (patas adaptadas para nadar, prender-se ao substrato, deslizar sobre a água, cavar, presença de cerdas hidrófugas em determinadas partes do corpo, ventosas, sistemas de controle de flutuação na coluna d'água etc.) e comportamentais, como o direcionamento do corpo ou movimento em relação à correnteza (reotaxia), ou à luz (fototaxia) ecoorientação (orientação por meio de vibrações na água) etc. (Tabela 13.7 e Figura 13.20).

Tabela 13.7: Caracterização de hábitos (modo de existência) de insetos aquáticos

Categoria	Descrição	Exemplos
Patinadores	Adaptados para deslizar sobre a superfície da água. Possuem pernas com cerdas hidrófugas.	Hemiptera
Planctônicos	Habitando na zona limnética de ambientes lênticos, podendo apresentar migrações verticais e excursões à superfície, tendo adaptações para subir e descer.	Diptera
Nadadores e mergulhadores	Adaptados à natação por meio de batimentos de traqueobrânquias, ondulações e torções do corpo, usando pernas para remar ou mesmo propulsão de água. Prendem-se ao substrato, a objetos submersos e plantas. Hemípteros e coleópteros são bons mergulhadores e fazem excursões à superfície para obter oxigênio.	Ephemeroptera Odonata Hemiptera Coleoptera Diptera
Agarrantes	Possuem adaptações comportamentais (construção de refúgios fixos) ou morfológicas (garras tarsais longas e curvas, corpo achatado, brânquias ventrais formando ventosas) para fixação no substrato em áreas de turbulência e correnteza.	Ephemeroptera Plecoptera Coleoptera Trichoptera Diptera
Rastejadores ou reptantes	Habitam a superfície de folhas flutuantes de macrófitas ou sedimentos finos, geralmente com modificações para manter-se sobre o substrato com as superfícies respiratórias livres do sedimento.	Ephemeroptera Odonata Trichoptera
Trepadores	Adaptados para viver sobre plantas aquáticas e depósitos de detritos (folhas, galhos etc.) com modificações para mover-se verticalmente sobre o substrato.	Odonata Coleoptera
Cavadores	Adaptados para viver incluídos no substrato. Construtores de tubos e galerias em sedimentos finos. Minadores de troncos, raízes e folhas.	Ephemeroptera Odonata Diptera

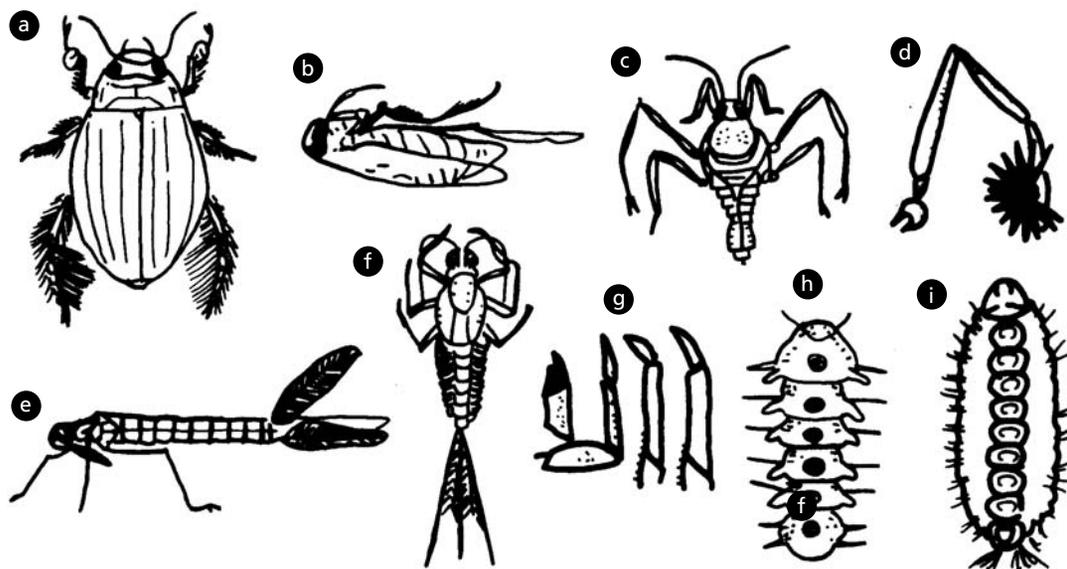


Figura 13.20: Exemplos de locomoção e hábitos em insetos aquáticos. (a) Dytiscidae (Coleoptera) com pernas natatorias; (b) Notonectidae (Hemiptera), que tem o hábito de posicionar-se e nadar de costas, com pernas natatorias; (c) Veliidae (Hemiptera), habitante do pleuston, com pernas adaptadas para manter-se sobre a água; (d) detalhe da perna média de Veliidae; (e) ninfa de Lestidae (Odonata) com traqueobrânquias caudais, também usadas para natação; (f) ninfa de Baetidae (Ephemeroptera), com corpo hidrodinâmico e traqueobrânquias usadas na natação; (g) exemplos de pernas de ninfas de Ephemeroptera com garras tarsais desenvolvidas, usadas para agarrar-se em locais com correnteza; (h) larva de Blephariceridae (Diptera), com corpo achatado e ventosas ventrais com ganchos para fixação em locais de correnteza; (i) larva de Psychodidae (Diptera), com corpo achatado e ventosas ventrais com ganchos para fixação em locais de correnteza.

ATIVIDADES



Com base nas informações que você já adquiriu, tente responder às questões seguintes:

4. Das ordens de insetos que estudamos aqui, quais são aquelas cujas formas adultas são aquáticas?
5. Observe as **Figuras 13.13** e **13.15** e responda qual dos dois ambientes apresentou uma maior proporção de insetos com
 - (a) reservatório de ar;
 - (b) traqueobrânquias.
6. Assinale quais insetos da **Figura 13.13** usam suas traqueobrânquias para nadar:
 - (a) *c e i*
 - (b) *e e f*
 - (c) *b e d*
 - (d) *a e h*
 - (e) nenhuma das opções

RELAÇÕES DE INSETOS AQUÁTICOS COM O AMBIENTE

Como já vimos, os ambientes aquáticos apresentam características ambientais bastante diversas. Lagoas, poças e brejos, por exemplo, não têm correnteza como os rios, mas diferem em profundidade, no tipo e na quantidade de vegetação e até no tempo de permanência. Uma poça e um brejo podem secar em determinada época, dependendo do regime de chuvas. Em rios, há grande variação entre os trechos próximos da nascente, os médios e a foz. Também há diferentes condições de correnteza (zonas de corredeiras e de poções). Essas diferentes condições vão influenciar direta ou indiretamente a fauna aquática e o seu modo de vida. Podemos citar como fatores importantes a temperatura, o tipo de substrato, a correnteza, a luz, o nível de água, a quantidade de oxigênio dissolvido e a turbidez, dentre outros.

A *temperatura* da água tem ação direta sobre os insetos, influenciando o seu metabolismo (fecundidade, produção de ovos, dormência, diapausa, crescimento, maturação etc.); o ciclo de vida (voltinismo, emergência, longevidade etc.) e o comportamento (migração, deriva, atividade, alimentação etc.). Há uma relação positiva entre a temperatura e o metabolismo. Então, por exemplo, em ambientes de maior temperatura, as taxas metabólicas são maiores e os insetos têm um desenvolvimento mais rápido, ocorrendo um maior número de gerações por período de tempo.

A temperatura da água é influenciada por vários outros fatores. Em rios, esses fatores são o tamanho (largura, profundidade, volume de água), correnteza, sombreamento (que depende da vegetação ribeirinha), altitude, lençol freático, temperatura atmosférica, transparência da água, tipo substrato, chuvas, afluentes etc. Nos ambientes lênticos, os fatores mais importantes são a insolação, o tipo de substrato, a profundidade, o volume de água, os ventos, a temperatura atmosférica, a vegetação, as chuvas, afluentes, a nebulosidade etc. Podemos imaginar diferentes situações a partir de variações em cada um desses fatores e de sua combinação.

O *substrato* é o local onde a maioria dos insetos aquáticos passa a maior parte de sua vida, fornecendo alimento e abrigo. Mesmo espécies do nécton, do plâncton ou do nêuston estão relacionadas ao bentos em algum período. A composição e a estrutura do substrato é função da rocha matriz da região, da topografia, da vegetação terrestre, do clima,

de diversos fatores químicos e biológicos e fatores limnológicos como ondas e correnteza. Dessa forma, os substratos podem ser divididos em duas categorias gerais: moles e duros. Os substratos considerados moles são areia, argila e detritos orgânicos, enquanto os substratos duros são pedras, rochas e plantas aquáticas, depósitos de folhas e madeira. Em um riacho, por exemplo, podemos encontrar substratos diferentes: pedras de diversos tamanhos, areia, depósitos de folhas etc. Cada um desses substratos possui uma fauna característica. Os insetos aquáticos bentônicos apresentam adaptações estruturais (forma do corpo e estruturas especializadas) e comportamentais com relação ao substrato. Há espécies que vivem em substratos moles e as que vivem em substratos duros.

A *correnteza* exerce influência sobre o tipo de substrato, o material suspenso, a vegetação e as condições de hábitat para insetos aquáticos. Os insetos aquáticos apresentam adaptações estruturais (como ganchos e ventosas, forma hidrodinâmica ou corpo achatado) e comportamentais (percepção do fluxo de água, posicionamento do corpo e procura de locais mais apropriados) com relação à correnteza. Como consequência direta sobre os insetos aquáticos, a correnteza pode influenciar na distribuição espacial (insetos que preferem áreas de maior correnteza, enquanto outros preferem áreas de menor correnteza).

A *luz* influencia as condições do hábitat (tipo de recurso alimentar disponível, nível de oxigênio dissolvido) e tem efeitos diretos no comportamento de insetos aquáticos. Esses efeitos são os seguintes: preferências por micro-habitats (distribuição espacial), distribuição vertical (migração vertical), posição com relação à luz, periodicidade lunar (emergência dos adultos). Geralmente, os ambientes mais iluminados apresentam maior produção de insetos aquáticos, pois a luz favorece o crescimento de algas e plantas aquáticas, as quais são importantes fontes de alimento. Além disso, as plantas aquáticas servem como substrato para diversas espécies de insetos.

O *nível de água* pode apresentar variações naturais (como resultado de evaporação, variação do nível do lençol freático, marés e ciclos de chuvas) ou artificiais (como resultado de represamentos e drenagens). Essas variações no nível de água podem influenciar a fauna de insetos aquáticos de várias maneiras. Por exemplo, existem espécies que dependem da variação do nível de água para empupação. No caso

de diminuição do nível de água (em uma seca, por exemplo), muitas espécies podem migrar ou não sobreviver; outras sobrevivem em estado de dormência até que a água volte. Por outro lado, se há aumento do nível de água (uma enchente), vários insetos podem deslocar-se para águas mais rasas.

O *oxigênio dissolvido* na água provém da atmosfera e da fotossíntese. Sua solubilidade na água depende da temperatura, da pressão e da salinidade. Espécies de ambientes com correnteza apresentam maior consumo de oxigênio e dependem, principalmente, da correnteza e da turbulência para a obtenção do mesmo. Insetos de ambientes sem correnteza apresentam menor consumo de oxigênio e a sua obtenção é auxiliada por movimentos de ventilação (como já foi citado). A influência do oxigênio na distribuição dos insetos aquáticos é refletida no posicionamento espacial, na distribuição vertical, no comportamento migratório e nas interações predador-presa. As adaptações a ambientes pouco oxigenados são as seguintes: mecanismos de ventilação, transporte e estoque de hemoglobina, anaerobiose, adaptações respiratórias (sifão – aerênquimas de macrófitas) e modificação no número e no tamanho das traqueobrânquias.

A *turbidez* depende da qualidade (forma, tamanho e índice de refração da luz) e da concentração de partículas na água. A turbidez reduz a presença de plantas e algas, modifica o substrato, prejudica a presença de algumas espécies de insetos e favorece a de outras, interferindo na alimentação. Os efeitos sobre os insetos aquáticos são os seguintes: abrasão do epitélio respiratório devido ao atrito, obstrução ou perda das estruturas respiratórias, redução da taxa e da eficiência da alimentação, exposição a toxinas presentes nas partículas (no caso de metais pesados na água), redução da visão, alteração nos padrões comportamentais.

HÁBITOS ALIMENTARES DE INSETOS AQUÁTICOS

Como as espécies terrestres, os insetos aquáticos possuem hábitos alimentares muito variados. Há espécies que comem de tudo (onívoros) e outras restritas a um só tipo de alimento. Contudo, a maioria das espécies é generalista, aproveitando o recurso que está disponível. Há diversos tipos de hábitos alimentares e o modo de obter o alimento também varia de grupo para grupo. Tanto o tipo de alimento como a

forma de obtê-lo podem influenciar a distribuição espacial das espécies em um ambiente aquático. Por exemplo, em rios, nos trechos próximos à nascente, em áreas de floresta, há pouca entrada de luz e grande quantidade de folhas depositadas. Essa condição favorece espécies detritívoras e fragmentadoras. Em um trecho com maior entrada de luz, há uma maior produção de algas. Nesse caso, espécies algívoras e raspadoras são beneficiadas. Pequenas partículas orgânicas depositadas (vegetais ou animais) são utilizadas como alimento por espécies coletoras, que é o grupo mais abundante em todas as seções de um rio. Se há partículas de material orgânico suspensas na água, espécies coletoras filtradoras podem se estabelecer. De uma maneira geral, um rio apresenta seções cujas condições favorecem um determinado grupo. Assim, além dos coletores e predadores, que são amplamente distribuídos, espécies cortadoras são mais abundantes nos trechos próximos às nascentes; espécies raspadoras são mais abundantes nos trechos médios e espécies filtradoras são mais abundantes nos trechos finais dos rios (Tabelas 13.8 e 13.9 e Figura 13.21).

Tabela 13.8: Hábitos alimentares de insetos aquáticos

Hábito alimentar		Exemplos
Onívoros	Podemos considerar a maioria dos grupos como onívora.	Blattodea, larvas de várias espécies de Diptera etc.
Saprófagos	Alimentam-se de substâncias em decomposição (folhas, madeira, animais).	Collembola, larvas de Diptera, Trichoptera e Coleoptera.
Fitófagos	Alimentam-se de vegetais vivos.	
	Comedores de folhas.	Orthoptera, larvas de Lepidoptera.
	Minadores de folhas.	Larvas de Diptera.
	Brocas de raízes e caules.	Larvas de Coleoptera.
	Sugadores de seiva e de conteúdo de algas.	Hemiptera, larvas de Trichoptera.
	Comedores de fungos (fungívoros).	Larvas de Diptera e Trichoptera.
	Comedores de algas.	Larvas de Diptera, Trichoptera, Coleoptera, ninfas de Ephemeroptera.
	Nectívoros.	Adultos de Lepidoptera, e Hymenoptera.
	Comedores de pólen.	Collembola, larvas de Diptera.
Zoófagos	Alimentam-se de animais vivos.	
	Parasitas (hematófagos).	Vários adultos de Diptera, cujas larvas são aquáticas.
	Parasitóides.	Larvas de Hymenoptera.
	Predadores.	Odonata, Plecoptera, Hemiptera, Megaloptera, Neuroptera, larvas de Trichoptera, larvas de Diptera e Coleoptera.

Tabela 13.9: Categorias funcionais tróficas – modo de obtenção do alimento

Categoria funcional trófica		Exemplos
Coletores	Alimentam-se de partículas livres no substrato ou na água menores que 1mm.	
	Catadores: material no substrato.	Collembola, larvas de Diptera, Trichoptera Coleoptera, ninfas de Ephemeroptera.
	Filtradores: material na água.	Larvas de Diptera, ninfas de Ephemeroptera.
Raspadores	Alimentam-se de material preso ao substrato (algas, fungos etc.).	Larvas de Diptera, ninfas de Ephemeroptera.
Cortadores	Alimentam-se de partículas maiores que 1mm (ex. folhas).	Orthoptera, larvas de Lepidoptera e Trichoptera.
Sugadores herbívoros	Sugadores de seiva vegetal e de conteúdo de algas.	Hemiptera, larvas de Trichoptera.
Predadores	Alimentam-se de outros animais.	
	Picadores-sugadores.	Hemiptera, larvas de Coleoptera e Neuroptera.
	Engolidores.	Larvas de Diptera, Trichoptera, Coleoptera, Megaloptera, ninfas de Odonata e Plecoptera.

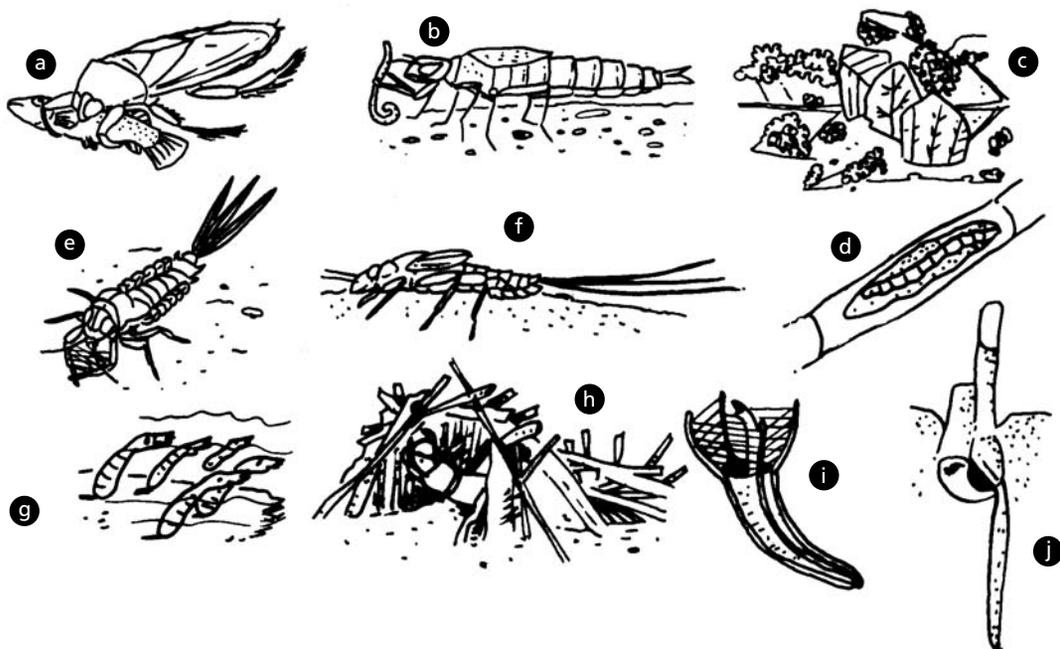


Figura 13.21: Exemplos de hábitos alimentares e categorias funcionais tróficas em insetos aquáticos. Predadores: (a) Belostomatidae (Hemiptera); (b) Odonata; Cortadores: (c) larva de Calamoceratidae (Trichoptera); (d) larva de Lepidóptera minadora; Coletores (filtradores e catadores): (e) ninfa de Ephemeroptera, formando rede de captura com as pernas anteriores; (f) ninfa de Ephemeroptera, alimentando-se no substrato; (g) larvas de Simuliidae (Diptera), capturando alimento na correnteza; (h) larva de Trichoptera com rede de seda; (i) larva de Chironomidae (Diptera) com rede de seda; (j) larva de Trichoptera com rede de seda.

ATIVIDADES



7. Das ordens de insetos que estudamos, quais possuem somente hábitos predadores?

8. Onde temos mais chance de encontrar mais insetos aquáticos que se alimentam de algas: em um pequeno rio em uma floresta ou em outro que percorre uma pastagem?

9. Assinale quais insetos da **Figura 13.21** dependem da correnteza para obter seu alimento.

INSETOS AQUÁTICOS COMO BIOINDICADORES

Como já vimos, os insetos aquáticos apresentam uma grande diversidade ecológica, vivendo sob diferentes condições ambientais, como tipo de ambiente aquático, diferentes substratos, condições de correnteza, temperatura, luminosidade, alimento, turbidez, oxigênio, salinidade, dentre outras. Essa mesma diversidade ocorre com relação a mudanças ambientais provocadas pelo homem. As ações humanas, como o desmatamento nas margens de rios, o despejo de lixo e esgotos domésticos e industriais, construção de barragens e represas, captação de água, retificação de rios, retirada de pedras e areia, assoreamento (por areia e argila), modificam drasticamente os ambientes aquáticos. Há espécies mais ou menos tolerantes a estas e outras mudanças ambientais. Essa característica faz com que os insetos aquáticos sejam úteis em programas de biomonitoramento para avaliar a qualidade da água, atuando como bioindicadores.

O biomonitoramento pode ser definido como o uso de respostas biológicas (por exemplo, espécies de insetos aquáticos que conseguem viver em águas poluídas, enquanto outras não sobrevivem) para avaliar mudanças no ambiente (freqüentemente causadas pelo homem), com o objetivo de promover ações de controle de qualidade da água.

Bioindicador é qualquer organismo que possua requerimentos particulares com relação a um conjunto de variáveis físicas ou químicas, de modo que mudanças em termos de presença-ausência, número, morfologia, fisiologia ou comportamento indiquem que tais variáveis estão fora dos limites adequados. A presença do indicador é um reflexo do seu ambiente. Bons indicadores são organismos que não toleram amplas variações ambientais (espécies estenotópicas). As características ideais para uma espécie ser considerada bioindicadora estão na **Quadro 13.2**.

Quadro 13.2: Características ideais de uma espécie bioindicadora

1. Ser facilmente reconhecida e precisamente identificada.
2. Ter distribuição geográfica ampla.
3. Ser abundante.
4. Ter baixas variabilidades genética e ecológica.
5. Ter tamanho grande.
6. Ter mobilidade reduzida e longo ciclo de vida.
7. Ter características ecológicas bem conhecidas.
8. Ser adequada para estudos em laboratório (fácil de criar e manter em laboratório).

Por suas características, insetos aquáticos e alguns outros invertebrados apresentam vantagens e desvantagens com relação a seu uso como bioindicadores (Quadro 13.3).

Quadro 13.3: Vantagens e desvantagens de insetos aquáticos com relação ao seu uso como bioindicadores

Vantagens
<ol style="list-style-type: none"> 1. São ubíquos e, por isso, podem ser afetados por perturbações ambientais em vários tipos de sistemas aquáticos. 2. Há um grande número de espécies e, por isso, podem apresentar uma grande variedade de respostas a perturbações ambientais. 3. Têm natureza sedentária, possibilitando a realização de análises espaciais de efeitos de poluição e perturbações no ambiente. 4. Têm ciclo de vida relativamente longo, o que possibilita a realização de análises temporais de efeitos de poluição e perturbações no ambiente. 5. São fáceis de coletar e amostrar, com equipamentos simples e baratos. 6. Embora preliminarmente, vários grupos têm sua taxonomia conhecida e há chaves de identificação disponíveis. 7. Há vários métodos de análise, incluindo índices bióticos e de diversidade. 8. Diversas espécies têm respostas conhecidas a diferentes tipos de poluição. 9. São adequados a experimentos.
Desvantagens
<ol style="list-style-type: none"> 1. Nem todos os tipos de impacto são respondidos. 2. As amostragens quantitativas são de difícil execução, pois os insetos aquáticos apresentam distribuição contagiosa, sendo necessárias muitas amostras, muito tempo, o que faz com que seja muito dispendioso. 3. Distribuição e abundância podem ser afetadas por outros fatores (correnteza, substrato, etc.) havendo necessidade de conhecimento da ecologia das espécies. 4. Sazonalidade (abundância e distribuição) ⇒ necessidade de conhecimento da biologia das espécies. 5. Comportamento de Deriva ⇒ ocorrência em áreas não esperadas. 6. Alguns grupos são taxonomicamente difíceis (larvas de Díptera, alguns Trichoptera). 7. Índices Bióticos e de Diversidade não apresentam resultados seguros ⇒ muitos índices existentes.

AS DIFERENTES MANEIRAS DE USAR INSETOS AQUÁTICOS COMO INDICADORES

Insetos aquáticos podem apresentar diferentes respostas à poluição e outras alterações no meio ambiente provocadas pelo homem. Podem ocorrer, por exemplo, mudanças em seu metabolismo e, conseqüentemente, alterações no crescimento e na reprodução; mudanças fisiológicas como o aumento dos batimentos do coração ou do consumo de oxigênio; modificações morfológicas, com o surgimento de deformidades em estruturas como peças bucais, antenas etc. mudanças no comportamento, como na alimentação, na natação, indução de deriva,

construção de casulos e teias defeituosos etc. mudanças no ciclo de vida, abreviando ou prolongando o desenvolvimento e o crescimento etc.

A partir do conhecimento da tolerância ou da sensibilidade de uma ou mais espécies a poluentes, foram criados métodos para medir ou determinar o grau de poluição em um sistema aquático. Os mais comuns são os chamados Índices Bióticos, que consistem na soma de valores numéricos atribuídos às espécies presentes. O mais conhecido é o BMWP (em inglês: *Biological Monitoring Working Party*), desenvolvido na Inglaterra e, posteriormente, modificado e adaptado em vários outros países, dando origem a vários índices. Nesses índices, as espécies ou grupos de espécies (gêneros, famílias) consideradas tolerantes a poluição ou alterações no ambiente, recebem valores numéricos baixos, enquanto as consideradas intolerantes recebem valores numéricos altos. Se o total de pontos resultante da soma dos valores dados às espécies ou aos grupos presentes em um determinado rio for alta, o rio deve estar em bom estado de conservação. Se, por outro lado, o valor total for baixo, o rio será considerado em estado ruim de conservação.

Outras formas de avaliação usando insetos levam em conta, além de medidas de tolerância como os índices bióticos, medidas de riqueza, de composição e medidas tróficas. Cada uma dessas medidas tem uma determinada resposta em relação a alterações no ambiente. Por exemplo, há menor riqueza de espécies em rios poluídos ou impactados, ou há um aumento na proporção de dípteros, ou uma queda no número de cortadores.

Como exemplo simplificado para uma atividade com biomonitoramento, podemos separar os insetos aquáticos em termos de sensibilidade com relação a alterações ambientais em ambientes aquáticos. Contudo, temos de levar sempre em conta que mesmo espécies do mesmo grupo, muitas vezes, têm comportamentos diferentes. Por isso, deve-se tomar muito cuidado com generalizações.

Na tabela a seguir, várias famílias de insetos aquáticos foram separadas em quatro categorias: *Muito sensíveis*, *Sensíveis*, *Medianamente sensíveis* e *Tolerantes*. Essa separação foi baseada, em parte, no índice BMWP, mas não foram atribuídos os mesmos valores para os grupos presentes, assim como foram incluídas algumas famílias mais comuns na nossa região. Nem todas as famílias foram relacionadas, só as mais comuns. Também, não podemos nos esquecer que sempre há exceções (**Tabela 13.10**).

Tabela 13.10: Categorias de sensibilidade de insetos aquáticos a alterações ambientais. Os números e letras entre parênteses referem-se às figuras apresentadas no texto da aula

Muito sensíveis	
Ephemeroptera	Leptophlebiidae (13.2 - h)
Odonata	Calopterygidae (13.3-l), Lestidae (13.3-k), Corduliidae (13.3-g), Megapodagrionidae (13.3-i)
Plecoptera	Grypoterigydae (13.4-b), Perlidae (13.4-c, 13.4-j)
Hemiptera	Hebridae (13.5-i)
Coleoptera	Psephenidae (13.7-j)
Lepidoptera	Pyralidae (13.11-d)
Trichoptera	Odontoceridae, Helicopsychidae (13.10i, 13.10-j), Sericostomatidae (13.10-m, 13.10-n), Hydrobiosidae (13.10-e), Philopotamidae (13.10-k, 13.10-l)
Sensíveis	
Ephemeroptera	Leptohiphidae (13.2-e), Caenidae (13.2-i), Euthyplociidae (13.2-c)
Odonata	Coenagrionidae (13.3-j), Aesnidae (13.3-e)
Hemiptera	Veliidae (13.5-k), Gerridae (13.5-j)
Coleoptera	Gyrinidae (13.7-a, 13.7-b, 13.7-c), Elmidae (13.7-g, 13.7-h), Dryopidae (13.7-i), Scirtidae (13.7-o)
Trichoptera	Leptoceridae (13.10-f, 13.10-g, 13.10-j), Polycentropodidae (13.10-t, 13.10-u), Glossosomatidae (13.10-r, 13.10-s), Hydroptilidae (13.10-o, 13.10-p, 13.10-q), Calamoceratidae (13.10-c, 13.10-d)
Medianamente sensíveis	
Ephemeroptera	Baetidae (13.2-f, 13.2-g), Polymitarcyidae (13.2-d)
Odonata	Gomphidae (13.3-f), Libellulidae (13.3-h)
Hemiptera	Naucoridae (13.5-a, 13.14-g), Hydrometridae (13.5-m), Mesoveliidae (13.5-l), Belostomatidae (13.5-c), Notonectidae (13.5-g), Pleidae (13.5-e), Corixidae (13.5-h), Nepidae (13.5-b)
Coleoptera	Dytiscidae (13.7-d, 13.7-e, 13.7-f), Hydrophilidae (13.7-k, 13.7-l, 13.7-m)
Megaloptera	Corydalidae (13.8-b), Sialidae (13.8-c)
Trichoptera	Hydropsychidae (13.10-b)
Diptera	Simuliidae (13.12-k, 13.12-l), Blephariceridae (13.12-q), Deuterophlebiidae (13.12-r), Tabanidae (13.12-t), Dolichopodidae, Empididae.
Tolerantes	
Diptera	Tipulidae (13.12-s), Ceratopogonidae (13.12-g), Culicidae (13.12-n, 13.12-o), Chironomidae (13.12-i, 13.12-j, 13.12-m), Stratiomyidae, Syrphidae (13.12-u).



ATIVIDADES

Com os conhecimentos adquiridos nesta aula, podemos propor algumas atividades práticas a seguir.

Para algumas das atividades propostas, será necessária a visita a riachos ou rios, lagos, brejos ou represas, assim como coleta em poças, reservatórios e plantas.

O seguinte material é necessário: bandejas plásticas (brancas), pinças de ponta fina (de relojoeiro), lupa de mão ou conta-fio, frascos, álcool (diluído a 80%, aproximadamente 4 partes de álcool comercial e uma de água), etiquetas (de papel vegetal), lápis, papel para anotações, aquários de plástico transparente, peneiras de cozinha e peneiras de areia.

10. Visite um ambiente aquático e faça uma coleta de insetos. Observe os movimentos para obtenção de ar. Separe o material e identifique que adaptações respiratórias foram encontradas.

11. Em campo, procure observar o comportamento de nado dos insetos presentes e compare com a **Tabela 13.7**. Use um aquário para fazer mais observações. Quantos modos foram encontrados?

12. Compare que adaptações respiratórias são mais comuns em um ambiente de água parada e em um ambiente de água corrente.

13. Em um rio, compare o tipo de traqueobrânquias (grandes, pequenas, filamentosas etc.) mais comuns em ambientes com correnteza e ambientes sem correnteza.

14. Colete alguns insetos em um poção ou um remanso de um rio e, também, de corredeiras. Coloque em um aquário com água e observe os movimentos de ventilação encontrados.

15. Identifique insetos pertencentes às comunidades de um rio e de um lago.

16. Que insetos podemos encontrar em uma poça, em uma bromélia, em outros reservatórios, como latas, pneus etc.?

17. Compare os insetos encontrados em diferentes substratos em um riacho (pedras, troncos de madeira, areia, cascalho, argila, raízes e plantas nos barrancos das margens, depósitos de folhas nos poções ou nos remansos, folhas retidas entre pedras na correnteza, insetos do pleuston. Compare a forma do corpo, apêndices e estruturas relacionadas com a locomoção e a fixação no substrato.

18. Compare rios limpos e poluídos usando insetos aquáticos. Identifique os insetos pela ordem e tente separar quantos tipos diferentes você encontrou dentro de cada ordem. Onde há mais espécies?

19. Preencha a planilha de avaliação de rios (a seguir) com base nas categorias de sensibilidade da **Tabela 13.10**. Tente identificar os insetos que você coletou por meio das figuras desta aula: a. compare os rios com relação à riqueza (números de tipos) de insetos; b. compare os rios com relação à riqueza de cada ordem; c. compare os rios com relação à soma de pontos das planilhas.

Obs.: Os resultados obtidos nas contagens devem somente ser considerados como exercício, uma vez que ainda não dispomos de um índice confiável adequado para nossa região.

Ficha de avaliação da condição de um rio de acordo com os insetos aquáticos encontrados							
Nome do rio				Número do ponto			
Localidade				Estado			
Data de coleta				Coletores			
Condições do tempo (últimos três dias)							
Profundidade média				Largura média			
Velocidade da correnteza				Alta <input type="checkbox"/>	Média <input type="checkbox"/>	Baixa <input type="checkbox"/>	
Aparência do rio				Água clara <input type="checkbox"/>	Água turva <input type="checkbox"/>	Água barrenta <input type="checkbox"/>	
Contagem de insetos aquáticos							
Muito sensíveis		Sensíveis		Medianamente sensíveis		Tolerantes	
Total		Total		Total		Total	
X 4		X 3		X 2		X 1	
Soma dos resultados							
Resultado final e condição do rio							
Menor ou igual a 12				Ruim			
Entre 13 e 36				Regular			
Entre 37 e 60				Bom			
Acima de 60				Excelente			

**RESPOSTAS****Atividade 1**

9, 1, 2, 8, 4, 5, 10, 3, 6, 7

Atividade 2

Ephemeroptera

Atividade 4

Hemiptera e Coleoptera

Atividade 5

a – Ambiente lântico; b – Ambiente lótico

Atividade 6

(c)

Atividade 7

Odonata, Megaloptera e Neuroptera

Atividade 8

Em uma pastagem

Atividade 9

(e), (g), (h), (i) e (j)

Insetos na Educação Básica

Referências

Aula 1

PERRENOUD, Philippe. *Construir as competências desde a escola*. Porto Alegre: ARTMED, 1999.

Aula 2

BORROR, Donald J.; DELONG, Dwight M. *Introdução ao estudo dos insetos*. São Paulo: Edgard Blücher, 1988.

DALY, Howell V.; DOYEN, John T.; PURCELL, Alexander H. *Introduction to insect biology and diversity*. 2. ed. New York: Oxford University Press, 1998.

ROSS, Herbert H.; ROSS, Charles A.; ROSS, June R. P. *A textbook of entomology*. 4. ed. Singapore: John Wiley & Sons Publishing, 1982.

RUPPERT, Edward E.; BARNES, Robert D. *Invertebrate zoology*. 6. ed. Orlando: Saunders College Publishing, 1994.

Aula 3

BORROR, Donald J.; DELONG, Dwight M. *Introdução ao estudo dos insetos*. São Paulo: Edgard Blücher, 1988.

BUZZI, Zundir José; MIYAZAKI, Rosina D. *Entomologia didática*. 3. ed. Paraná: UFPR, 1999.

DALY, Howell V.; DOYEN, John T.; PURCELL, Alexander H. *Introduction to Insect biology and diversity*. 2. ed. New York: Oxford University Press, 1998.

ROSS, Herbert H.; ROSS, Charles A.; ROSS, June R. P. *A textbook of entomology*. 4. ed. Singapore: John Wiley & Sons Publishing, 1982.

STRONG, D. R.; LAWTON, J. H.; SOUTHWOOD, R. *Insects on plants: community patterns and mechanisms*. London: Blackwell Scientific Publications, 1984.

Aula 4

BORROR, Donald J.; DELONG, Dwight M. *Introdução ao estudo dos insetos*. São Paulo: Edgard Blücher, 1988.

BRUSCA, Richard C.; BRUSCA, Gary J. *Invertebrates*. New York: Sinauer Associates, 1990.

BUZZI, Zundir José; MIYAZAKI, Rosina D. *Entomologia didática*. 3. ed. Paraná: UFPR, 1999.

DALY, Howell V.; DOYEN, John T.; PURCELL, Alexander H. *Introduction to insect biology and diversity*. 2. ed. New York: Oxford University Press, 1998.

ROSS, Herbert H.; ROSS, Charles A.; ROSS, June R. P. *A textbook of entomology*. 4. ed. Singapore: John Wiley & Sons Publishing, 1982.

RUPPERT, Edward E.; BARNES, Robert D. *Invertebrate zoology*. 6. ed. Orlando: Saunders College Publishing, 1994.

Aula 5

EDMUNDS, Malcom. *Defence in animals: a survey of anti-predator defences*. Harlow: Longman 1974. 357 p.

GULLAN, Penny J.; CRANSTON, P. S. *The Insects: an outline of entomology*. London: Chapman & Hall, 1994. 491p.

HOWE, Henry F.; WESTLEY Lynn C. *Ecological relationships of plants and animals*. New York: Oxford University Press, 1988. 273p

LEWINSOHN, Thomas Michael; VASCONCELLOS-NETO, João. Como os insetos sabotam as defesas de plantas: o caso do látex. In: MARTINS, Rogério P.; LEWINSOHN, Thomas Michael; BARBEITOS, Marcos S. (Eds.). *Ecologia e comportamento de insetos*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2000. (Série Oecologia Brasiliensis, v. 8).

MACEDO, Margarete V.; MONTEIRO, R.F.; LEWINSOHN, Thomas Michael. Biology and ecology of *Mecistomela marginata* (Thunberg, 1821) (Hispaninae: Alurnini) in Brazil. In: JOLIVET, P. H.; COX, M.L.; PETITPIERRE, E. (Eds.). *Novel aspects of the biology of Chrysomelidae*. New York: Kluwer Academic Publisher, 1994.

MACEDO, Margarete V. et al. Besouros fitófagos do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. In: ROCHA, Carlos Frederico D.; SCARANO, Fábio R.; ESTEVES, Francisco A. (Orgs.). *Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação*. São Paulo: RiMa Editora, 2004. 376 p.

MONTEIRO, R. F. et al. Galhas: diversidade, especificidade e distribuição. In: ROCHA, Carlos Frederico D.; SCARANO, Fábio R.; ESTEVES, Francisco A (Orgs.). *Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação*. São Paulo: RiMa, 2004.

PIANKA, Eric R. *Evolutionary ecology*. 5.ed. New York: Harper Collins College Publishers, 1994.

Aula 6

DEL-CLARO, Kleber; VASCONCELLOS-NETO, João. Os padrões de coloração animal: exemplos na Serra do Japi. In: MORELLATO, Leonor Patrícia C. (Org). *História Natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no Sudeste do Brasil*. Campinas,SP: UNICAMP, 1992. 322p.

EDMUNDS, Malcom. *Defence in animals: a survey of anti-predator defences*. Harlow: Longman, 1974. 357p.

MACEDO, Margarete V.; GRENHA, Viviane.; FLINTE, Vivian; RABELLO, T.S. Besouros Fitófagos do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba. In: ROCHA, Carlos Frederico D.; SCARANO, Fábio R.; ESTEVES, Francisco A. (Orgs.). *Pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação*. São Paulo: RiMa, 2004. 376 p.

Aula 8

ALMEIDA, Lúcia M.; RIBEIRO-COSTA, Cibele.; MARINONI, Luciane. *Manual de coleta: conservação, montagem e identificação de insetos*. Ribeirão Preto: Holos, 1998.

BUZZI, Zundir José; MIYAZAKI, Rosina D. *Entomologia didática*. 3. ed. Curitiba: UFPR, 1999.

MACEDO, Margarete V.; FLINTE, Vivian; GRENHA, Viviane. *Insetos na Educação*. Rio de Janeiro: NUPEM/UFRJ/Projeto ECOLagoas, 2004. Apostila Teórica do Curso de Educação Ambiental para professores de Macaé e Região.

PARKER, Steve. *Insetos: como observar e entender o fascinante mundo dos insetos*. São Paulo: Ática, 1995.

Aula 9

ALMEIDA, Lúcia Massutti; RIBEIRO-COSTA, Cibele; MARINONI, Luciene. *Manual de coleta, conservação, montagem e identificação de insetos*. Ribeirão Preto: Holos, 1998.

BUZZI, Zundir José; MIYAZAKI, Rosina Djunko. *Entomologia didática*. 3.ed. Paraná: UFPR, 1999.

Aula 10

ABERLINGUER, Giovanni. *Questões de vida: ética, ciência, saúde*. São Paulo: Hucitec, 1993.

COSTA-NETO, Eraldo Medeiros; CARVALHO, Paula D. Percepção dos insetos pelos graduandos da Universidade Federal de Feira de Santana, Bahia, Brasil. *Acta Scientiarum*, v. 22, n. 2, p. 423-428, 2000.

_____. The significance of the ethnocategory insect for folk biological classification systems. *Journal of Ecological Anthropology*, n. 4, p. 70-75, 2000.

COURA, J.C. Endemias e meio ambiente no século XXI. *Caderno de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 335-341, 1992.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.

GRUZMAN, Eduardo. *Representações dos insetos através da imagem: investigação teórico-prática para realização de um vídeo educativo em eco-entomologia*. 2003. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Educacional nas Ciências da Saúde, Nutes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

MOREIRA, Manuel Area. Os meios e os materiais impressos no currículo. In: SANCHO, J. (Org.). *Para uma tecnologia educacional*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SILVA, Paulo Maurício; FONTINHA, S. R. *A Biodiversidade*. V. 2. São Paulo: Nacional, 1998.

Aula 11

WOLPERT, Lewis et al. *Princípios de biologia do desenvolvimento*. Porto Alegre : Artes Médicas Sul, 2000.

NOVÁK, Vladmir J. A. *Insect hormones*. 4. ed. London: Chapman and Hall, 1984. 600p.

ADIYODI, K. G.; ADIYODI, R. G. *Reproductive Biology of invertebrates* . Bath: John Wiley & Sons Ltd., 1983. v. 1: Oogenesis, oviposition and oosorption.

SUZUKI, David T. et al. *An introduction to genetic analysis*. 4. ed. New York: W.H. Freeman and Company, 1989.

STRICKBERGER, Monroe W. *Genetics*. 3. ed. New York: Macmillan Publishing Company, 1985.

Aula 12

COSTA NETO, Eraldo Medeiros. *Introdução a etnoentomologia: considerações metodológicas e estudo de casos*. Feira de Santana: UEFS, 2000. 131 p.

_____. Insetos no cardápio. *Ciência Hoje*, v.27, n. 161, jun, p. 63-65, 2000.

COSTA, Janira O. *Entomologia forense: quando os insetos são vestígios*. Campinas, SP: Millenium, 2003. 260 p.

Aula 13

ARMITAGE, P. D. et al. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running -water sites. *Water Research*, n. 17, p. 333-347, 1983.

BARBOUR, M.T.; et al. Evaluation of USEPA's rapid bioassessment benthic metrics. Metric redundancy and variability among reference stream sites. *Journal of Environmental Toxicology and Chemistry*, v. 11, n. 4, p. 437-449, 1992.

BORROR, D.J.; DE LONG, D.M. *Introdução ao estudo dos insetos*. São Paulo: Edgar Blucher, 653 p.

CARVALHO, A. L.; CALIL, E. R. Chaves de identificação para famílias de Odonata (Insecta) ocorrentes no Brasil: adultos e larvas. *Papéis Avulsos do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo*, v. 41, n. 15, p. 223-241, 2000.

MERRITT, R.W.; CUMMINS, K. W. (Eds.). *An introduction to the Aquatic Insects of North America*. 3. ed. Dubuque: Kendall, 1996. 862 p.

DA SILVA, E. R.; SALLES, F. F.; NESSIMIAN, J. L.; COELHO, L.B.N. A identificação das famílias de Ephemeroptera (Insecta) ocorrentes no Estado do Rio de Janeiro: chave pictórica para as ninfas. *Boletim do Museu Nacional, Nova Série Zoologia*, n. 508, p. 1-6, 2003.

LEHMKUHL, D. M. *How to know the aquatic insects*. Dubuque: WMC. Brown Company Publ., 1979. 168 p.

MERRITT, R.W.; CUMMINS, K.W. *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3. ed. Dubuke: Kendall, 1996. 862 p.

MCCAFFERTY, W.P. *Aquatic Entomology: The fishermen's and Ecologists' illustrated Guide to Insects and their relatives*. Toronto: Jones & Bartlett Pub., 1981. 448 p.

- NISIER, N.; MELO, A.L. *Os Heterópteros aquáticos de Minas Gerais: guia introdutório e chave de identificação para as espécies de Nepomorpha e Gerromorpha*. Belo Horizonte: UFMF, 1997. 180 p,
- OLIFIERS, M. H. et al. A key to Brazilian genera of Plecoptera (Insecta) based on nymphs. *Zootaxa*, n. 651, p. 1-15, 2004. .
- PENNAK, R.W. *Fresh-water invertebrates of the United States*. New York: John Wiley & Sons , 1978. 803 p.
- PES, A. M. O.; HAMADA, N. ; NESSIMIAN, J. L. Chaves de identificação de larvas para famílias e gêneros de Trichoptera (Insecta) da Amazônia Central, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, v. 49, n. 2, p. 181-204, 2005. .
- PLAFKIN, J.L.; et al. *Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrate and fish*. Washington, DC: Environmental Protection Agency, 1989.
- RESH, V. H.; JACKSON, J. K. Rapid assessment approaches to biomonitoring using benthic macroinvertebrates. In: ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. (Eds). *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macorinvertebrates*. New York: Chapman and Hall, 1993. p. 195-233.
- ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. New York: Chapman and Hall, 1993. 461p.
- USINGER, R. L. *Aquatic Insects of California*. Berkeley: Univ. of Calif. Press, 1956. 508 p.
- VANNOTE, R. L. et al. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, v. 37, p. 130-137, 1980.
- WARD, J. V. *Aquatic insect ecology: biology and habitat*. New York: Wiley & Sons, 1992. 438p. v. 1
- WILLIAMS, D.; FELMATE, B. *Aquatic insects*. Cab International, Wallingford, 1992. 358 p.

As figuras de insetos apresentadas foram extraídas dos seguintes compêndios e artigos: Borror, D.J & DeLong, D.M. 1968 - Introdução ao estudo dos insetos. Edgar Blucher ed., São Paulo, 653 p.; Merritt R.W. & Cummins, K.W. 1996 - An introduction to the aquatic insects of North America. 3rd ed. Kendall/Hunt Publishing, Dubuque, 862 pp.; Pennak, R.W. 1978 - Fresh-water invertebrates of the United States. John Wiley & Sons Inc., N. York, 803 p.; Usinger, R.L. 1968 - Aquatic insects of California. Univ. of Calif. Press, 508 p. Williams, D. & Felmate, B. 1994. Aquatic Insects. Cab International, Wallingford, 358 p.; McCafferty, W.P. 1981 - Aquatic Entomology. The fishermen's and Ecologists' illustrated Guide to Insects and their relatives. Jones & Bartlett Pub., Toronto, 448 p.; Ward, J.V. 1992 - Aquatic Insect Ecology. Vol. I. Biology and habitat. J. Wiley & Sons Inc., New York, 438p.; Chopard, L. 1949 - Odonata. pp. 354-312 In: Grassé, P.P. ed. Traité de Zoologie. Tome IX - Insectes. Masson et Cia., Paris. Nieser, N. & Melo, A.L. - Os Heterópteros aquáticos de Minas Gerais. Guia introdutório e Chave de identificação para as espécies de Nepomorpha e Gerromorpha., Editora UFME, Belo Horizonte, 180 p, 1997. Olifiers, M.H.; Dorvillé, L.F.M.; Nessimian, J.L. & Hamada, N. 2004. A key to Brazilian genera of Plecoptera (Insecta) based on nymphs. Zootaxa, 651:1-15.

ISBN 85-7648-348-3



UENF
Universidade Estadual
do Norte Fluminense



Universidade Federal Fluminense
uff



**FUNDAÇÃO
SANTA CABRINI**
Provedora de acesso à Cidadania



FAPERJ
Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo
à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro



**GOVERNO DO
Rio de Janeiro**

SECRETARIA DE
CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Ministério
da Educação

