

A linguagem química dos insetos

Carlos Fioravanti



No interior das colônias, abelhas e formigas se reconhecem e se organizam por meio de compostos que recobrem seus corpos

Como os insetos sociais – abelhas, vespas, formigas e cupins – se reconhecem, organizam-se e dividem as tarefas na completa escuridão de suas colônias? Em 2003, ao planejar sua pesquisa de pós-doutorado na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FFCLRP-USP), o biólogo Fábio Santos do Nascimento verificou que as análises genéticas e os estudos de comportamento não ofereciam uma resposta satisfatória para essa pergunta. Em busca de alternativas, ele começou a estudar um grupo de compostos químicos produzidos pelos insetos, os hidrocarbonetos cuticulares (HCCs), que chamavam a atenção também de grupos de pesquisa dos Estados Unidos e da Europa. Nascimento e o químico Norberto Peporine Lopes, professor da Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto (FCFRP) da USP, logo observaram que os HCCs indicam se a abelha, vespa, formiga ou cupim é macho ou fêmea, operária ou rainha. Cada indivíduo, espécie e colônia apresenta sutis variações na composição dos HCCs que as diferenciam. Esses compostos se mostraram fundamentais também para a divisão de tarefas entre as castas e a coesão das colônias.

Ao liberar HCCs, as rainhas indicam que estão férteis e inibem o ímpeto de acasalamento das operárias, de acordo com um estudo do grupo da USP publicado em junho de 2017 na revista *Nature Ecology & Evolution*. “É a sinalização química induzida pelas rainhas que mantém as operárias dedicadas à limpeza e à guarda do ninho ou à busca de alimentos”, conta Nascimento, contratado em 2009 como professor da FFCLRP. As equipes de Ribeirão Preto verificaram também que as rainhas de abelhas *Melipona scutellaris* espalham HCCs sobre os compartimentos em que depositam seus ovos, sinalizando que as operárias não devem mexer ali.

Produzidos por glândulas subcutâneas, os HCCs formam a cera amarelada que reveste o esqueleto externo dos insetos. São substâncias formadas apenas por átomos de carbono e hidrogênio organizados em longas estruturas lineares com ligações simples ou duplas entre os carbonos. “A posição das ligações duplas entre os átomos de carbono varia segundo a espécie ou o gênero dos insetos”, diz Lopes. “E a variação nas estruturas dessas moléculas permite o

Em colônias da abelha sem ferrão *Tetragonula carbonaria*, as rainhas indicam se estão férteis por meio dos hidrocarbonetos cuticulares, que também detêm o ímpeto reprodutivo das operárias



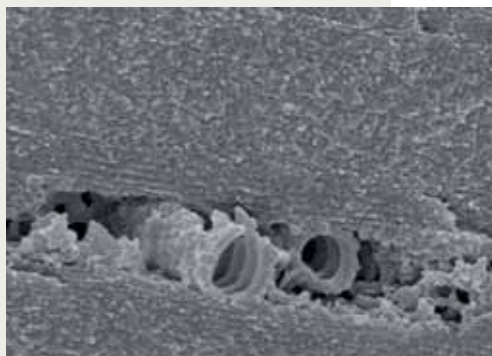
Uma rede de canais, as traqueias (detalhe abaixo), contribui para o azul das asas da *Zenithoptera lanei*

As asas vivas de uma libélula

Encontrada no Cerrado e conhecida como *morpho* por sua semelhança com um gênero de borboletas predominantemente azuis, a libélula *Zenithoptera lanei* pode ter se tornado o primeiro caso de um inseto adulto com asas constituídas por tecido vivo – e não morto, como se pensava.

O biólogo Rhainer Guillermo Ferreira, professor da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), identificou por meio de imagens de microscopia eletrônica uma rede de canais – as traqueias – em meio às membranas das asas de um azul intenso dessa espécie.

Como detalhado em um artigo publicado em setembro de 2017 na revista *Biology Letters*, as traqueias têm um diâmetro variando de 3 a 200 nanômetros e devem abastecer com oxigênio as células que produzem uma cera espessa que recobre as asas. Segundo Ferreira, a cera deve refletir a radiação ultravioleta, o que ao mesmo tempo acentua



2

a cor azul das asas e protege o inseto do excesso de luz solar. “Uma das indicações de que as células das asas estão vivas é que o azul perde o brilho rapidamente depois que a libélula morre”, diz ele.

A rede de traqueias deve também contribuir para a sustentação das asas e para o controle da temperatura desses insetos. “Por enquanto, essa espécie é a única com esse tipo de estrutura”, afirma. “Examinamos outras 40 espécies de libélulas e não encontramos nada parecido.”

reconhecimento de indivíduos da mesma colmeia e torna possível o dialeto entre eles.” Em 2003, quando começou a trabalhar com Nascimento, seus equipamentos de análise química caracterizavam hidrocarbonetos com até 40 carbonos, mas agora uma nova técnica de espectrometria de massa adotada em seu laboratório permite a identificação de compostos de cadeia ainda mais longa, com 60 carbonos, que também se mostraram diferentes entre machos e fêmeas e entre rainhas e operárias.

CONTATO REVELADOR

Essa forma de comunicação depende do contato físico entre os insetos. Uma formiga, por exemplo, reconhecerá que outra formiga é da mesma espécie ou da mesma colônia tocando seu corpo – principalmente a cabeça – com as antenas, dotada de poros ou receptores próprios para a identificação dos HCCs. Por essa razão é que os mais de mil HCCs já identificados são chamados de feromônios superficiais ou de contato. Essa classificação os diferencia dos feromônios sexuais, liberados no ar pelas fêmeas aptas a procriar.

“Nas colmeias, os insetos sociais se comunicam principalmente através de sinais químicos”, informa Lopes. “Fora da colônia, a primeira forma de comunicação entre as espécies é a visual. Se um inseto da mesma espécie ou de outra tentar invadir o formigueiro, as formigas vão reconhecê-lo como inimigo e o atacarão de imediato.” Quando há luz, as vespas *Polistes satan* se reconhecem também por meio de sinais peculiares em suas faces, de acordo com um estudo conduzido pela bióloga Ivelize Tannure Nascimento, da USP de Ribeirão Preto, e publicado em 2008 na *Proceedings of the Royal Society B*.

Dois dias depois de saírem do ovo, as vespas já produzem o HCC característico da colônia, por causa do contato com os outros integrantes do grupo. A composição dessas substâncias pode mudar, em resposta, por exemplo, à variação na dieta. Sob a orientação de Nascimento, o biólogo Lohan Valadares dividiu uma colônia de saúvas em dois grupos e alimentou um com folhas e pétalas de rosa e outro com folhas de extremosa (*Lagerstroemia* sp.), árvore de flores rosa usada na arborização urbana. Depois, ele colocou as formigas de um grupo em outro. As que chegavam eram hostilizadas. As análises indicaram que o cheiro das formigas tinha mudado depois da alteração da dieta. “Como o perfil químico dos hidrocarbonetos cuticulares se alterou, as formigas que faziam parte de uma mesma colônia deixaram de se reconhecer”, comenta Nascimento.

A habilidade de produzir esses compostos deve ter surgido antes mesmo de os insetos começarem a viver em colônias, há cerca de 100



A formiga *Dinoponera australis* reconhece, por meio de compostos químicos captados pela antena, se outra da mesma espécie é macho ou fêmea

milhões de anos. Os biólogos Ricarda Kather e Stephen Martin, da Universidade de Salford-Manchester, Inglaterra, examinaram o perfil químico dos HCCs de 241 espécies de insetos, incluindo 164 de hábitos sociais, da ordem Hymenoptera — a maior desse grupo, com 130 mil espécies. Como detalhado em um estudo de 2015 na *Journal of Chemical Ecology*, espécies solitárias apresentaram um perfil de HCCs tão complexo quanto o das sociais.

Outro grupo da Inglaterra indicou que as antenas — ao menos as das formigas *Iridomyrmex purpureus* — não apenas recebiam, mas também transmitiam sinais químicos, desse modo ampliando a conclusão do psiquiatra e entomologista suíço Auguste-Henri Forel (1848-1931). No final do século XIX, Forel mostrou que as antenas funcionavam como órgãos capazes de captar sinais químicos ao remover as antenas de quatro espécies de formigas e observar que os insetos se desorientavam e amontoavam-se, independentemente da espécie.

FORMIGAS DESNORTEADAS

Sem HCCs, do mesmo modo, os insetos ficam desorientados e a organização social se quebra. No laboratório de comportamento e evolução da Universidade Rockefeller, nos Estados Unidos, a equipe do biólogo Daniel Kronauer desativou o gene *orco*, responsável pela produção de receptores dos HCCs, em formigas da espécie *Ooceraea biroi*, originária do Japão. Assim que saíram da fase larval e tornavam-se adultas, as formigas geneticamente alteradas mostravam de imediato um comportamento incomum para a espécie: não andavam mais em linha, mas se moviam sem direção, a esmo, como detalhado em um artigo

de dezembro de 2016 na revista *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*. Os pesquisadores observaram também mudanças nas estruturas cerebrais das formigas, o que indicou que os insetos precisariam dos receptores de odor para o cérebro se desenvolver corretamente.

Os HCCs explicam comportamentos intrigantes dos insetos sociais — e não só o fato de viverem se tocando com as antenas. “Depois de se sujarem ou saírem da água, as formigas se limpam ou se enxugam com as pernas como forma de recuperar a camada de hidrocarbonetos que cobre seu corpo. De outro modo, os guardas da colônia não os reconheceriam e não os deixariam entrar”, exemplifica Nascimento.

Outro mistério resolvido se refere ao fato de as abelhas operárias da espécie *Melipona scutellaris* decapitarem as rainhas virgens com sete dias, quando poderiam atrair os machos interessados na cópula. Tocando o corpo — principalmente a cabeça — das rainhas virgens, as operárias percebem que o HCC delas é diferente do das rainhas fecundas. A percepção dessa diferença induz à matança, concluiu o biólogo Edmilson Souza, professor da Universidade Federal de Viçosa, em Minas Gerais. Não haveria grandes danos à colmeia porque as rainhas das colônias de abelhas sem ferrão como a uruçú produzem com frequência ovos que originam rainhas.

Ao unirem biologia e química, esses estudos estão complementando os trabalhos sobre genética das abelhas, iniciados pelo geneticista paulista Warwick Kerr na década de 1950, e os de biologia do comportamento de insetos sociais, com a bióloga Vera Imperatriz Fonseca, a partir da década de 1970, e exigem uma visão multidisciplinar dos pesquisadores. “Aqui no laboratório”, conta Nascimento, “todo aluno e pesquisador, mesmo sendo biólogo, tem de ser um pouco químico, aprender a usar o cromatógrafo e a interpretar os resultados que produzirem”. ■

Projetos

1. Avaliação dos mecanismos exógenos e endógenos que influenciam a variabilidade dos hidrocarbonetos cuticulares em insetos sociais neotrópicos (nº 15/25301-9); **Modalidade** Auxílio à Pesquisa – Regular; **Pesquisador responsável** Fábio Santos do Nascimento; **Investimento** R\$ 191.870,92.
2. Metabolismo e distribuição de xenobióticos naturais e sintéticos: Da compreensão dos processos reacionais à geração de imagens teciduais (nº 14/50265-3); **Modalidade** Projeto Temático; **Pesquisador responsável** Norberto Peporine Lopes; **Investimento** R\$ 1.137.805,87.

Os artigos científicos consultados para esta reportagem estão listados na versão on-line.