

Guerra química entre insectos

Uno de los ejemplos clásicos de defensas químicas en insectos es la del escarabajo bombardero. Aunque se sabía que este coleóptero lanza un chorro de sustancias químicas cuando es atacado, se debe al Dr. Tomás Eisner el descubrimiento de la composición química del spray defensivo y que su temperatura alcanza valores cercanos a los cien grados. En el siguiente artículo incluimos una parte del primer capítulo del libro "Por amor a los insectos" en el que Eisner relata cómo se topó con dicho escarabajo, cómo comenzó a investigarlo y algunos de sus logros.

Tomás Eisner es un eminente entomólogo que ha hecho casi toda su carrera como investigador en la Universidad de Cornell (Estados Unidos). Nació en Alemania de donde emigró con su familia, primero a España y luego a Uruguay, por motivo de las persecuciones y guerras en Europa. En Uruguay vivió desde los 7 a los 17 años. A los 18 años viajó a los Estados Unidos para estudiar en la Universidad de Harvard y se quedó a vivir allí. Tiene muy buenos recuerdos de Uruguay, y vínculos con uruguayos. Fue profesor de tesis de los químicos Andrés González y Carmen Rossini, de la Facultad de Química, con quienes mantiene contacto.

Recientemente, la Academia Nacional de los Estados Unidos en Ciencias anunció que se le entregará el Premio John J. Carty para contribuciones al avance científico, por sus estudios innovadores de las múltiples formas en que los organismos utilizan la química para mediar en las interacciones ecológicas y proporcionar una base para la ecología química, un premio que consiste en una medalla y 25.000 dólares y que se le otorgará en una ceremonia a llevarse a cabo en Abril. Entre sus múltiples reconocimientos ha recibido también el premio Thomas Lewis para divulgadores de la ciencia, por su libro 'For the Love of Insects' (Por amor a los insectos).

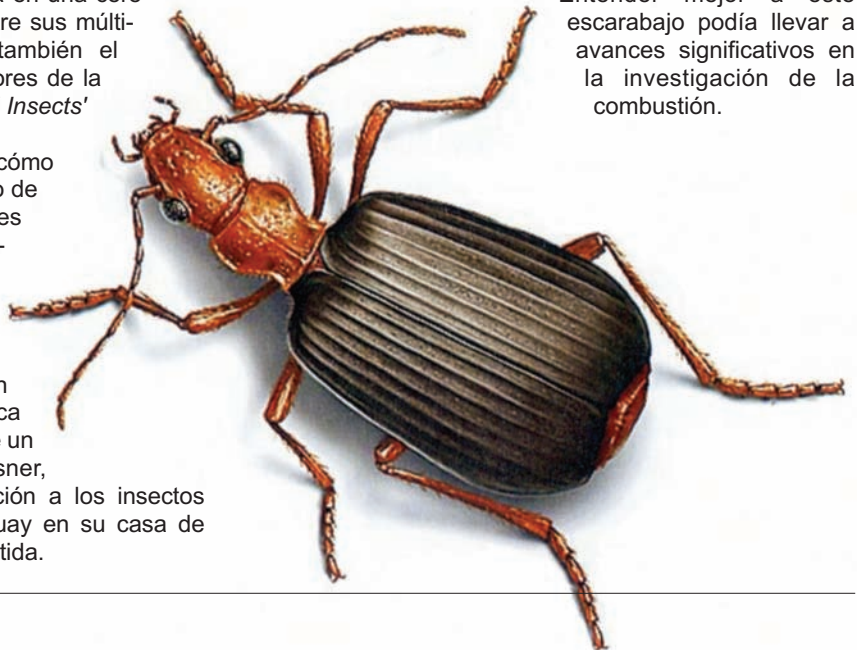
For Love of Insects es un relato de cómo surgió la química ecológica, un campo de la biología que estudia las relaciones químicas entre insectos o entre insectos y plantas y entre plantas. Además del aporte al conocimiento de los insectos y sus formas de sobrevivencia, el libro muestra cómo se desarrolla una ciencia, cómo piensa un científico, cómo asocia, vincula y busca respuestas. Es también la biografía de un entomólogo, del propio Tomás Eisner, quién comenzó a desarrollar su afición a los insectos durante los años que vivió en Uruguay en su casa de Punta Gorda y la de veraneo en Atlántida.

Aplicaciones

Se sabe que la ciencia básica produce conocimientos que pueden tener eventualmente alguna aplicación industrial. El conocimiento de la táctica defensiva del escarabajo bombardero es un ejemplo. Un proyecto basado en el trabajo de Eisner sobre dicho escarabajo, que se está llevando a cabo por un grupo de científicos de la Universidad de Leeds (Reino Unido), espera resolver un problema aeronáutico: cómo reiniciar un motor de turbina a gasolina de un avión en medio-vuelo que se ha apagado cuando la temperatura exterior ronda los 50 grados bajo cero. Copiando al coleóptero, quieren provocar el encendido inyectando chorros de plasma en el motor.

Copiar tales mecanismos naturales es parte del campo de la biomimética, un campo en crecimiento, donde los científicos obtienen gran conocimiento de las intrincadas características de diseño que ya existen en la naturaleza.

Entender mejor a este escarabajo podía llevar a avances significativos en la investigación de la combustión.



Bombardero



Por Tomás Eisner

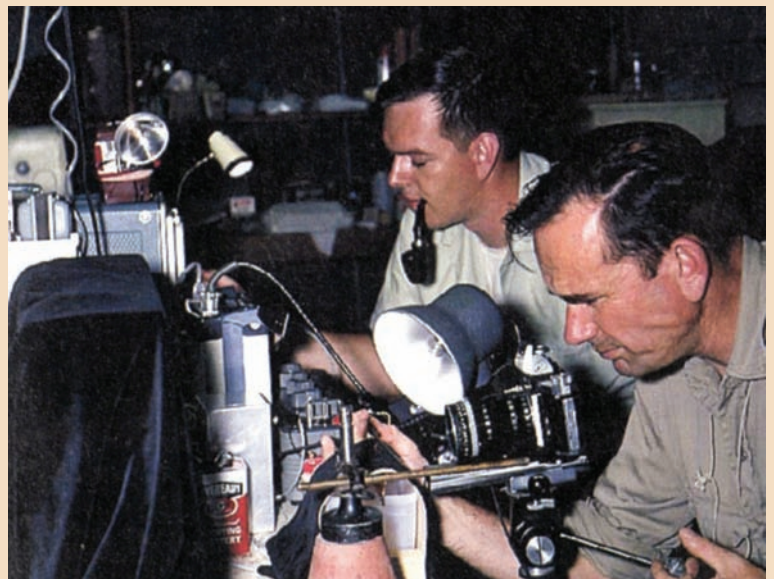
Los naturalistas suelen escribir cuidadosos diarios. Yo no, así que nunca seré capaz de determinar con precisión el día que me crucé por primera vez con el escarabajo bombardero (especie de *Barchinus*, ver página contraria). Fue en Lexington, Massachussets, y recuerdo bien aquella pradera, aunque probablemente ya no sea una pradera. Pero esa es otra historia.

Debe haber sido en el verano de 1955, el verano en el que estaba escribiendo mi tesis doctoral, probablemente a principios de junio. Yo estaba de rodillas, volteando piedras, preparado para cualquier descubrimiento, especialmente si se trataba de un insecto poco común y con talento para la química. Mi tesis trataba sobre anatomía de hormigas, pero yo estaba atrás de algo nuevo. Toda mi vida he sido un apasionado por los insectos, por lo que no cabían dudas que seguiría con ellos hasta el final. Pero también tenía un interés auténtico por la química, y en algún lugar de mi cabeza estaba esta idea de que ambos intereses podían combinarse. No me percaté inmediatamente, pero al descubrir estos pequeños escarabajos había hallado oro. Los escarabajos bombarderos eran exactamente los magníficos químicos que estaba buscando, haberlos encontrado en ese momento fue la mayor de las suertes.

En ese momento, mientras realizaba mis estudios de postgrado, habían ocurrido algunos avances fascinantes en la interfase entre la entomología y la química. Aunque aún no había sido acuñada la palabra feromona para designar una señal química, estaba cada vez más claro que los insectos cortejan por medio de sustancias químicas. Cuando las polillas hembras están listas para copular, lo anuncian emitiendo una secreción volátil que atrae al macho. Se decía que químicos alemanes estaban atrás de este atrayente, y cerca de lograr la identificación de la o las moléculas involucradas. Estaba además el estimulante campo de las hormonas de los insectos, extraordinarias sustancias mensajeras internas que, actuando en concentraciones infinitesimales, controlan el crecimiento y las transformaciones del cuerpo conocidas como metamorfosis. Una hormona de los insectos, la ecdisona, había sido recientemente aislada en forma pura, y recuerdo el tremendo impacto que me causó una conferencia del científico alemán responsable de esta investigación, Peter Karlson. Ahora era posible, pensé, descifrar el lenguaje químico de los insectos. En secreto, yo quería transformarme en uno de los criptógrafos.

Era estimulante estar en los Laboratorios Biológicos de Harvard en esos tiempos. Dos pisos por debajo de mi habitación estaba el laboratorio de Carrol M. Williams, uno de los grandes pioneros de la endocrinología de los insectos. Carrol, quien se convertiría mas adelante en un buen amigo, había sido mi asesor estudiantil en Harvard y mi profesor de fisiología comparativa. En su curso aprendí a hacer bioensayos y la manera de medir cuantitativamente la actividad biológica de una sustancia química. También estaba Ed Wilson, compañero de estudios universitarios y uno de los amigos que más me inspiró, con el cual había publicado mi primer trabajo técnico, y con quien tenía muchos intereses en común.

Ed también se estaba interesando en la comunicación química, y había empezado a investigar el rol de las feromonas en las hormigas. Había descubierto la glándula responsable de la producción de la sustancia que marca el sendero de ciertas hormigas, la sustancia que usan las hormigas conductoras para delinear los caminos y de esa manera guiar a sus compañeros de nido a fuentes de alimento recién halladas. Había ideado algunos ingeniosos experimentos que demostraban que hormigas individuales, al ser atacadas, emiten sustancias químicas que alertan a sus compañeros más cercanos para que vengan a auxiliarlas. También había demostrado que en las colonias de hormigas los cadáveres se reconocen por ciertos ácidos grasos que contienen. Al marcar varios objetos inertes con dichos ácidos grasos, él lograba que las hormigas los



Dan Aneshansley (con pipa) y el autor, en 1978, fotografiando escarabajos bombarderos mientras hacen descargas.

El escarabajo bombardero

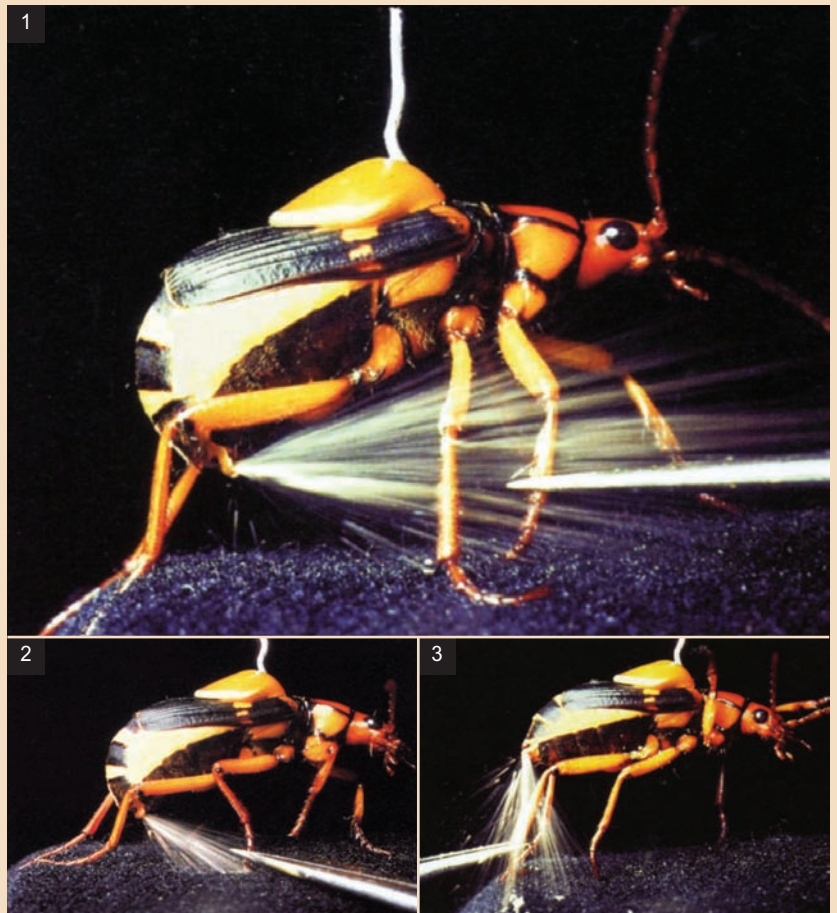
llevaran a los cementerios de la colonia, como hacen normalmente con los cadáveres. Esto demostraba, de forma contundente, el poder del bioensayo.

Yo también había tenido experiencias que me inclinaban hacia el estudio de la química de los insectos. En primer lugar, mi padre era químico. El fue uno de los últimos alumnos universitarios de Fritz Haber, premio Nobel, el primero en sintetizar el amoníaco a partir de sus elementos componentes. A mi padre le hubiera encantado que yo fuera químico, pero se resignó a la idea de que mi destino era estudiar bichos. Sin embargo, mi padre iba a tener sobre mí una influencia sutil relacionada a su afición a producir perfumes. Dondequiera que nosotros vivimos antes de establecernos en los Estados Unidos, ya fuera España o Uruguay, mi padre tenía siempre un laboratorio en el sótano en el que preparaba perfumes, lociones para la piel, aceites bronceadores y colonias para los amigos y parientes. Como consecuencia, la casa tenía a menudo una misteriosa fragancia que yo, de chico, encontraba maravillosa. Con el paso del tiempo me empecé a interesar en los aromas y en las razones por las que existen en la naturaleza. A la edad de 13 años en el Uruguay yo aún no había leído a Darwin. De hecho, la evolución ni siquiera se había mencionado en las clases de biología a las que había asistido en el liceo. Pero casi instintivamente yo había empezado a pensar en términos adaptacionistas. ¿Qué le hace la fragancia de la lavanda a la propia planta? No sé en qué momento se me ocurrió que los olores de la planta podrían ser defensivos, pero sé que no saqué la idea de ningún libro.

En nuestra casa de veraneo en el Uruguay teníamos una heladera que periódicamente se llenaba de hormigas. Según las costumbres del lugar, sumergíamos las patas de la heladera en latas que contenían aproximadamente un centímetro de querosén o de trementina. Las dos mantenían alejadas a las hormigas, pero la trementina funcionaba mejor. ¿Por qué sería la trementina un buen repelente? Encontré la respuesta cuando me enteré que la trementina es un derivado de la resina de pino. ¡La resina debe de ser el jugo defensivo del pino! Debo de haber tenido unos catorce o quince años cuando hice un experimento en el que comprobé que una pequeña cantidad de resina ubicada en el sendero de las hormigas las espantaba.

Estoy seguro de que el hecho de que me volví tan consciente de los olores fue gracias a mi padre. Pero se ve que ya desde el principio yo era bastante "nasal". Mis padres recordaban que cuando era chico me podía dar cuenta de que mi abuela nos había visitado la noche anterior por el olor que permanecía en el ropero donde

había estado su abrigo. De adolescente me estaba dando cuenta de que podría aprender mucho con el olfato. Seguía juntando insectos en esa época, pero lo que había sido un hobby desde los 8 años y había consistido principalmente de la captura de mariposas, ahora se estaba convirtiendo en un interés por los insectos vivos de cualquier tipo. Al principio fue en forma casual, pero cada vez con más fascinación me estaba dando cuenta de que los insectos, cada tanto, tienen olores. Algunos tenían un olor leve todo el tiempo. Otros emitían olores cuando uno los tocaba, que provenían de los líquidos que emitían al ser perturbados. En este último caso los olores muchas veces eran fuertes, aprendí a olfatear



El escarabajo bombardero africano (*Stenaptinus insignis*) mientras se lo pincha en la pata delantera derecha(1), en la pata mediana (2) y en la de atrás(3).

a los insectos con cuidado para evitar los estornudos y la tos. También me di cuenta de que tenía buena memoria para los olores. Los olores de los insectos parecían estar en categorías. Muchas hormigas, por ejemplo, tenían el mismo olor ácido. En ese entonces no sabía que esto estaba bien documentado, y que ya en 1670 un naturalista británico llamado John Wray había publicado un trabajo sobre el "jugo" ácido de las hormigas.

También me llamó la atención un olor en particular, muy nocivo, que vinculé con los miriápodos y con un arácnido en particular, una típula que yo había juntado en grandes cantidades en Atlántida, el balneario cerca de Montevideo

donde teníamos nuestra casa de veraneo. Nunca había sentido un olor como este. Salía de los jugos que los miriápodos secretaban de los poros a los costados de su cuerpo, y las típulas los emitían del borde del caparazón. Estos líquidos tenían una característica especial. Teñían los dedos de marrón como lo hace el yodo. Este efecto no se producía instantáneamente, pero siempre estaba presente cuando se tocaba cualquier cantidad de estos miriápodos uruguayos o típulas, y al cabo de unos minutos uno terminaba con las puntas de los dedos manchadas. En ese momento no le di mucha importancia a esto, pero lo archive en mi memoria. El escarabajo bombardero me lo haría recordar.

SUPE EN EL MOMENTO en que di vuelta la roca y vi esos escarabajos que eran miembros de la familia *Carabidae*, los llamados escarabajos de suelo. Había levantado muchos carábidos en mi vida, así que ya estaba familiarizado con ellos. Son rápidos para caminar, pero como muchos escarabajos, lentos para emprender vuelo. Tienden a escabullirse para buscar protección, así que para poder agarrarlos uno tiene que actuar rápidamente. También sabía que, como eran carábidos, pertenecían a la categoría de insectos que emiten olores cuando se les perturba.

Los que estaban debajo de esa roca eran diferentes a todos los que yo conocía. Eran muy bonitos, con su cuerpo marrón rojizo y cubiertos de alas de color azul tornasolado. Y debajo de la piedra había varios, acurrucados todos juntos. Tenía un frasco en la mano y lo moví rápidamente, pero se dispersaron para todos lados y solo logré agarrar uno. Lo tuve entre los dedos y lo estaba por poner en el frasco cuando empezó a hacer unos ruidos como estallidos muy sonoros que me tomaron de sorpresa, tanto que casi lo suelto. Lo miré más de cerca y observé que cuando lo apretaba lo hacía “estallar” nuevamente. También noté que con cada estallido largaba una nube visible de la parte posterior, y que en ese momento yo tenía una sensación de calor en los dedos. Olfateé y me pareció reconocer el ya conocido olor desagradable de los miriápodos y típulas de Uruguay. Y cuando me miré los dedos después de colocarlo en el frasco, vi efectivamente las manchas marrones. En ese momento tomé la decisión de que este era un escarabajo que iba a llegar a conocer.

Me pasé una hora o dos más en el campo y logré capturar más de una docena de esos escarabajos. Me los llevé a los Bio Labs, donde los pude conservar en pequeños recipientes de plástico con tierra, dándoles una dieta de larvas de insectos recién picadas y agua. Cuando se los mostré a mi amigo y futuro colega en Cornell, William L. Brown Jr., que muchas veces me encaminaba en temas de entomología, me dijo, “Ah, te conseguiste unos escarabajos bombarderos. Hacen un estallido cuando los levantas y descargan una sustancia muy fea”. Así era, y en los meses venideros también comprobé que incluso apuntaban sus descargas con precisión. Me di cuenta más adelante de la ironía de oír estos primeros estallidos precisamente en Lexington, Massachusetts.

En esos días me vino a visitar una joven científica uruguaya que estaba trabajando en los Laboratorios de Química de Harvard a poca distancia de los Bio Labs. Maria Isabel Ardao había conocido a mi padre en Uruguay y cuando se enteró de que yo estaba en Harvard, pasó a saludarme. Ella tenía una beca y estaba trabajando en los laboratorios del eminente químico orgánico, Louis Fieser. Estaba estudiando un arácnido, una especie uruguaya que aparentemente producía un antibiótico. Mientras me describió el animal, me di cuenta de que estaba trabajando con la misma típula que yo recordaba de Atlántida. Me interesé ya que era evidente que ella y Fieser estaban intentando identificar el “jugo” de aquel animal. Cuando le pregunté si habían tenido éxito, ella me respondió que sí, que habían aislado dos compuestos, y que estos resultaron ser benzoquinonas. Una sustancia desagradable, dijo ella. Estaban publicando el trabajo, y a la mezcla química le estaban dando el nombre de gonyleptidine, el nombre genérico del animal.

Así que eran benzoquinonas. Al fin pude saber de donde provenía ese olor tan fuerte. Mis miriápodos uruguayos y mis recién hallados escarabajos bombarderos probablemente producirían también benzoquinonas.

Por casualidad me encontré también por esa época con Louis M. Roth, un experto en cucarachas, que estaba trabajando en el Army Quartermaster Research and Engineering Center en las afueras de Boston. Junto con Barbara Stay, una amiga mía que recién había obtenido su doctorado en Harvard, habían identificado benzoquinonas en las glándulas de una cucaracha, *Diploptera punctata*. Pensaron que las glándulas cumplían una función defensiva pero



Medida de la temperatura de la descarga del escarabajo bombardero. El escarabajo ha sido colocado en posición para que descargue sobre un pequeño termistor colocado justo debajo de su extremo abdominal.

El escarabajo bombardero

no estaban seguros. Lou había trabajado en otra oportunidad con unos pequeños escarabajos que también producían benzoquinonas. Me permitieron olfatear la *Diploptera* y los escarabajos, y no había duda. Allí estaba otra vez ese olor desagradable. Decidí que los benzoquinonas debían tener unas características muy especiales si tantos insectos y miriápodos los estaban utilizando.

Le dije a Lou que me gustaría trabajar con los *Diploptera* y me dio una jaula llena. Cuando volví a Harvard lo primero que hice fue obtener benzoquinona cristalina que estaban a la venta. Encontré muchas advertencias en las etiquetas, por lo tanto decidí tener cuidado. Una etiqueta decía: "Tóxico - perjudicial por inhalación o contacto con la piel". Un poco tarde, pensé, en vista de las mojaduras que había estado recibiendo de todos esos productores de benzoquinonas.

Había dos cosas que yo quería hacer. Primero, quería ver si *Diploptera* descargaba su secreción en respuesta a una provocación, y segundo, quería averiguar si la secreción repelía a sus enemigos.

LAS GLÁNDULAS de *Diploptera* eran dos estructuras pequeñas en forma de bolsitas que se abrían por la mitad de los costados del cuerpo. Estaban conectados a los tubos respiratorios de tal manera que uno se podía imaginar al animal descargando sus benzoquinonas con una expulsión de aire a través de las bolsitas. Pensé que sentía el olor a benzoquinonas cuando toqué las cucarachas pero no tenía prueba visible de las descargas. Lo que estaba expulsando la *Diploptera* era en cantidades demasiado pequeñas o demasiado dispersas para poder detectarlo a simple vista.

Decidí desarrollar un bioensayo. Había conseguido unos cultivos de protozoarios, organismos acuáticos unicelulares, y encontré que los benzoquinonas también eran tóxicos para ellos. Unos cristales de benzoquinonas agregados a pequeñas gotas del medio de cultivo mataba rápidamente a los protozoarios que se encontraban allí; cristales colocados cerca de una gotita, hacía que los protozoarios evitaran la superficie de la gotita. Pensé que si ponía un microacuario con un protozoario en un espacio restringido con una *Diploptera* y monitoreaba el comportamiento del protozoario mientras simulaba un ataque a la cucaracha, habría logrado una forma indirecta de comprobar si se había producido una descarga de benzoquinona o no.

Construí el aparato necesario y el ensayo funcionó. Lo había armado de tal manera que podía estimular a la cucaracha con una sonda tibia mientras que observaba el microacuario con un microscopio. Había elegido un protozoario grande, el *Spirostomum*, como objetivo, y utilicé uno solo por microacuario. Se vio claramente que mientras no se perturbaba a la cucaracha, el *Spirostomum* nadaba activamente en su "piscina". Pero en seguida que se estimulaba a la cucaracha, el protozoario empezaba a evitar la superficie. Gradualmente se hundía cada vez más dentro de su espacio, hasta que los benzoquinonas en difusión lo



forzaron al fondo mismo y a su deceso. Las pruebas eran convincentes. Las pruebas de control con cucarachas a las que yo les había sacado las glándulas con benzoquinonas no provocaron una reacción en el *Spirostomum* cuando se estimulaba a las cucarachas. Yo estaba conforme, pero no satisfecho. Tenía que haber una forma más directa de demostrar las descargas de *Diploptera*.

Pensé que lo más efectivo sería algún tipo de papel indicador que cambiara de color en reacción a los benzoquinones - o sea, un papel que yo pudiera poner debajo de la cucaracha cuando la estimulaba y en el cual quedarían registradas visiblemente las descargas cuando ocurrieran. Los Benzoquinonas son unos agentes oxidantes fuertes y se podían comprar papeles indicadores diseñados especialmente para hacer pruebas con dichos agentes. Busqué información sobre estos papeles y me di cuenta que fácilmente podría crear uno yo mismo. Lo único que tenía que hacer era mezclar almidón en polvo con yoduro de potasio cristalino, revolver con agua, agregar un poco de ácido clorhídrico, y empapar una hoja de papel de filtro con esto. Luego se le podría pasar un secante, y una vez seco quedaría pronto para usar. Tomé unos cristales de quinona y los puse en el papel y encontré que el papel en seguida se tornó marrón oscuro. Ocurrió lo mismo cuando apreté una glándula de *Diploptera* recién disecada sobre el papel.

Lo que seguía era encontrar una forma en que la *Diploptera* se quedara quieta sobre el papel para que yo pudiera "atacarla". Inventé una técnica que todavía encuentro útil hoy en día cuando hago experimentos con insectos. A cada *Diploptera* le coloqué un pequeño gancho de aluminio en el dorso, luego por medio de los ganchos las conecté a la punta de una varilla de metal, y utilicé la varilla para colocarlas sobre el papel. Los ganchos estaban pegados a las cucarachas con gotas de cera. Un pequeño tubo de plástico hacía de vínculo entre el gancho y la varilla. Los ganchos no parecían sobrecargar a las cucarachas. Eran fáciles de arrancar, así que no era difícil volver a la cucaracha a su condición normal, sin gancho, después de las pruebas.

Los experimentos funcionaron muy bien. Al principio me preguntaba qué hacer para provocar a las cucarachas,

pero muy pronto decidí qué debía hacer. Tenía que hacer de cuenta de que yo era una hormiga. Las hormigas tienen una gran presencia en el mundo de los que viven en el suelo y no había duda de que eran una amenaza para la *Diploptera*. Por lo tanto puse mi primera cucaracha en el papel recién hecho y lo “mordí” en las patas con fórceps. Instantáneamente, como por arte de magia, apareció en el papel un diseño ancho de puntos. Cuando le pinchaba la pata derecha, el diseño aparecía del lado derecho. Luego cuando le pinché la pata izquierda, apareció otro diseño del lado izquierdo. Por lo tanto, la *Diploptera* estaba usando sus glándulas en forma defensiva, pero también en forma unilateral, lo que tenía sentido.

Seguidamente le estimulé la antena y partes del cuerpo. En forma regular, la cucaracha respondía con secreciones del lado estimulado. También pude demostrar que la cucaracha descargaba la secreción de las glándulas con aire del sistema respiratorio. Si yo cortaba los pequeños tubos que conectaban las glándulas al sistema respiratorio, una operación que me resultaba fácil de realizar en cucarachas anestesiadas, terminaba con *Diploptera* que no podían rociar.

El tema era, evidentemente, cómo le iría a la *Diploptera* frente a un verdadero ataque. Ed Wilson tenía colonias de hormigas *Pogonomyrmex* en su laboratorio y muy amablemente me permitió hacer uso de ellas. Por lo tanto, fijé algunos *Diploptera* a las varillas y las coloqué en la zona de alimentación al lado de una de las colonias de hormi-

gas. Las hormigas atacaron inmediatamente, pero en cuanto una conseguía agarrar una cucaracha, la tenía que soltar en seguida. En algunos de los encuentros había colocado papel indicador debajo de las cucarachas. Era dramático ver cómo los ataques provocaban la aparición de diseños de la rociada, y cómo las hormigas salían despedidas al mismo tiempo.

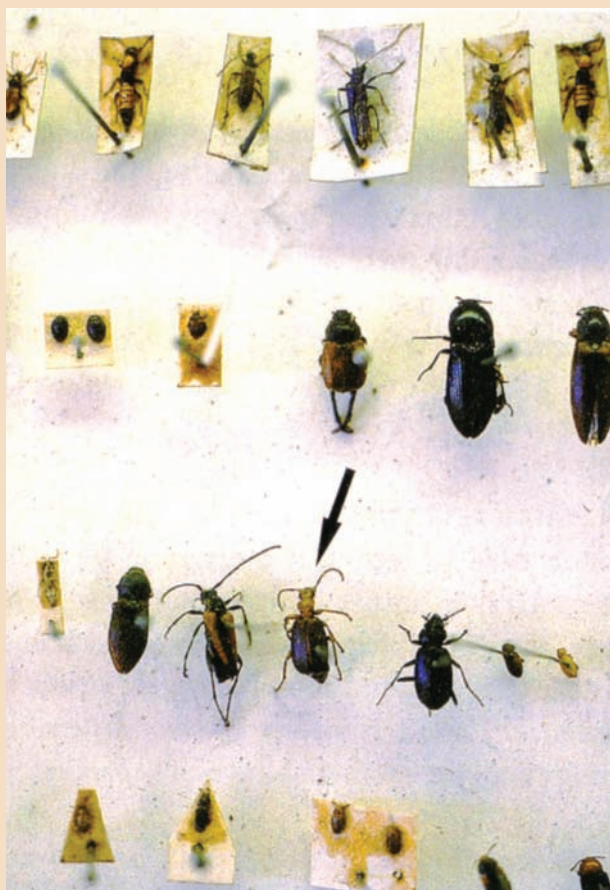
Las *Diploptera* a las que yo les había sacado las glándulas resultaron ser vulnerables, así como también los individuos recién mudados. Al perder la piel, la *Diploptera* se deshace de las bolsitas en el interior de las glándulas, y de esta manera también pierde el contenido de las mismas. Después de la muda de piel, a la cucaracha le lleva casi un día volver a reponer sus reservas, y hasta que lo logra se encuentra indefenso. Por lo tanto la hembra al pasar por la muda que la transforma en adulta, está bastante vulnerable al principio. Pero, sin embargo, ella se encuentra sexualmente receptiva en seguida de la muda, y al aparearse con un macho adulto provisto de secreciones, puede aprovechar su condición de defensa, por lo menos durante la hora o dos que ambos se mantienen apareados.

Pero en realidad fueron los bombarderos los que me enseñaron la precisión increíble que pueden tener los disparos de los insectos. Saqué algunos escarabajos de sus jaulas y después de fijarlos a las varillas y de ubicarlos en el papel indicador, procedí a atacarlos como lo hacen las hormigas. Anteriormente había tomado precauciones especiales para evitar que descargaran mientras les ponía los ganchos. Con un pincel los fui pasando de su recipiente a un platillo lleno de agua helada y luego, cuando quedaban inmóviles por el frío, les pegué las pequeñas “manijas”. Se recupera en minutos, entraban en calor y quedaban prontos para andar.

Los escarabajos bombardero en los Estados Unidos pertenecen al género *Brachinus*, un término que significa de alas cortas. Efectivamente, la punta del abdomen de los bombarderos continúa más allá de las alas y por lo tanto está libre para girar en todas las direcciones. Más adelante pude comprobar que el escarabajo aprovecha al máximo esta característica ya que usa la punta del abdomen como un nido de ametralladora. Yo había disecado algunos bombarderos y confirmado lo que otros ya habían demostrado, o sea que las dos grandes glándulas defensivas de los escarabajos se abren muy juntos en la punta del abdomen.

Era maravilloso ver a los escarabajos usar su ametralladora. Dentro de su pequeño sistema nervioso parecían tener toda su periferia trazada como un mapa. En cualquier lugar que los pinchara, apuntaban, estallaban, y daban en el blanco. A diferencia de la *Diploptera* que parecía emitir su secreción como una nube atomizada, los *Brachinus* rociaban con fuerza en forma de chorro. Y había otro punto más. Parecía que los bombarderos nunca disparaban en forma preventiva, sólo disparaban cuando eran contactados directamente.

Como lo esperaba, las hormigas resultaron ser vulnerables. No importaba en qué lugar mordieran a los escarabajos, siempre recibían el impacto y eran repelidos instantáneamente. Las cucarachas sobrevivieron ilesas. Al huir, las hormigas frotaban sus cuerpos en el sustrato, y paraban frecuentemente para lamer una pierna o antena, evidentemente tratando de limpiarse. Encontré que los escarabajos podían rociar más de 20 veces antes de ago-



Especímenes de la colección personal de escarabajos de Darwin. La flecha indica un escarabajo bombardero.

El escarabajo bombardero

tar sus reservas de secreciones. Si se enfrentaban a las hormigas con las glándulas vacías, no podían con ellas.

Estaba ansioso por publicar algunos de estos resultados y recuerdo que preparé un borrador sobre el bombardero en la sala de espera del Hospital 'Boston Lying-in' mientras María daba a luz a nuestra segunda hija, Vivian. En esa época no se permitía a los padres entrar a la sala de parto. El poder pensar en los bombarderos me ayudó mucho a mantener la calma durante la espera. También me pregunto si esta concentración en el momento del nacimiento de Vivi puede haber contribuido a pasarle a la niñita las semillas de la entomofilia, un estado que felizmente ella demuestra plenamente en la actualidad. Al igual que su hermana mayor Ivonne, Vivi era realmente encantadora.

Unas semanas después del nacimiento de Vivi, en setiembre de 1957, juntamos nuestras cosas y nos mudamos a Ithaca, Nueva York. Yo había aceptado un puesto en la Universidad de Cornell, era hora de dejar Harvard. En el asiento delantero del auto, donde los podía observar bien durante el largo viaje, iban mis bombarderos cautivos. Eran parte de la familia y los tratamos como tales después de llegar a Ithaca. Dar el curso de introducción a la biología me llevaba mucho tiempo, pero yo había resuelto que iba a hacer investigación de cualquier manera. Averigüé que los escarabajos bombardero eran bastante comunes en la zona de Ithaca, por lo tanto sabía que podría tener las cantidades necesarias en el laboratorio en todo momento. Establecer mi laboratorio me llevó más tiempo del que esperaba, pero aún así, unas pocas semanas después de nuestra llegada yo ya estaba haciendo experimentos. El artículo que yo había comenzado durante el nacimiento de Vivi ya había sido



Escarabajo bombardero con el extremo de su abdomen en una apertura de un calorímetro, que tenía una termocupla dentro. De esta forma se medía la cantidad de calor liberada por el escarabajo, cada vez que se lo hacía disparar su secreción.

aprobado para su publicación, así como un segundo artículo que había preparado sobre la defensa de la *Diploptera*. Y de Alemania llegó la emocionante noticia de que se habían identificado los componentes de las secreciones del bombardero. El trabajo analítico lo había hecho Hermann Schildknecht y su equipo en Erlangen, y lo que habían encontrado eran, efectivamente, benzoquinonas.

Traducción: Susan Drever y Patricia Linn.

La Facultad de Ingeniería de la
Universidad de Montevideo
a través del Centro de Producción
más Limpia del Uruguay le ofrece:

PROGRAMA DE EXCELENCIA EN PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA 2008

ESPECIALIZACIÓN TÉCNICA EN GESTIÓN ECO EFICIENTE

Inicio: 4 de abril de 2008

Informes: 706 76 30 int. 26 / cpmluruguay@um.edu.uy

