

Ramón y Cajal, Santiago (1852-1934)

Las sensaciones de las hormigas (1921)

(R. Soc. esp. Hist. nat. vol. extraord.)

Requerido bondadosamente por D. Ignacio Bolívar, el sabio y venerado maestro de todos los naturalistas españoles-apartado por tiranía de la ley y en plena lozanía intelectual del aula universitaria, aunque no por fortuna de su vocación docente-, escribo las presentes cuartillas, pobrísima ofrenda con que intento colaborar a la celebración del cincuentenario de la Sociedad Española de Historia Natural, una de las Corporaciones científicas más patrióticas, laboriosas y desinteresadas con que se enorgullece nuestro país.

Esta breve y descosida contribución constituye - huelga decirlo-fruto en agraz, prematuramente arrancado del árbol, todavía en vivero, de mis investigaciones sobre la psicología de las hormigas.

Las cuestiones tocantes a los tropismos, datos sensoriales, percepciones, memoria asociativa, actos reflejos, instintos superiores, etc., de esta atrayente categoría de himenópteros, han sido estudiadas por numerosa falange de esclarecidos investigadores, entre los cuales - y no cito sino los más modernos - es de justicia recordar los nombres de LUBBOCK, FABRE, FOREL, ANDRÉ, TURNER, BETHE, ZIEGLER, SANTSCHI, BONNIER, BOHM, PIÉRON, CORNETZ, BOUVIER, etc.

Todo observador recién venido a un dominio muy explorado, antes de hacer obra personal, se ve forzado a repetir, comprobar y discutir los datos y experimentos recogidos por sus predecesores. Yo me encuentro aun, por desgracia, en la primera fase de este proceso. En vez de añadir cosas nuevas a lo publicado por tantos sabios ilustres, véome obligado a señalar, según mi humilde entender, lo que haya de cierto en lo diputado por nuevo. Por donde mi labor, hartamente ingrata, consistirá, no en apurar, sino en depurar; y esto sin la certidumbre de conseguirlo: tantas y tan variadas son las causas de error que falsean el juicio al discurrir sobre tan delicados problemas.

Careciendo de tiempo para dar cuenta de la totalidad de mis observaciones, me contraeré en esta primera nota a decir algo sobre las sensaciones de las hormigas. En otro trabajo más extenso me ocuparé de las cautivadoras y controvertidas cuestiones relativas al supuesto lenguaje gesticular, construcción de nidos, expediciones de recolección y caza, y sobre todo del magno problema de la orientación y del regreso al nido.

Conviene a todos los mirmecólogos en que los citados insectos poseen cuatro sentidos fundamentales, base de su vida psíquica: el *visual*, el *olfativo*, el *táctil* y el *gustativo*. De ellos se conoce más o menos bien la porción receptora y muy poco los centros del ganglio cerebroide, donde la impresión se convierte en sensación.

A estos sentidos habría que añadir el *acústico*, ya señalado por LUBBOCK y descrito recientemente por JANET en el interior de la primera pata. Mas a juzgar por la sordera, bien comprobada, de estos himenópteros, trátase quizás de un órgano rudimentario y de dudosa utilidad. Por lo que toca al llamado *órgano de Johnston*, diversos indicios inclinan a estimarlo como la estación periférica del sentido olfativo.

Los demás sentidos adjudicados a las hormigas, tales como el *muscular* de PIÉRON, y el *de la dirección* de CORNETZ, parécennos muy problemáticos.

A nuestro entender, el *sentido de la dirección* de CORNETZ y los diversos actos que lo traducen - recuérdense las expresiones favoritas de este autor: *sentido de los ángulos*, *ley del contrapié*, *la vuelta es función de la ida*, etc.-, podrían interpretarse simplemente como manifestaciones de la *memoria de la dirección* inicial o accidental, y de los principales incidentes ocurridos en el camino. Al mismo proceso psicológico de retentiva de lugares y rutas pertenece sin duda la *memoria muscular* de PIÉRON, a que este sabio otorga capital importancia para la dilucidación del problema del regreso al nido. Aun en el hombre, donde tal linaje de memoria inconsciente alcanza su plenitud y aparece servida por aparatos receptores complicados, jamás es poderosa a orientarnos eficazmente. Sólo nos permite la medición automática y no siempre exacta de la cantidad de movimiento necesaria para remontar en la obscuridad una escalera, reconocer la posición de un mueble o el sitio aproximado de un timbre. Y si esto ocurre en los animales superiores, ¿cómo admitir dicho sentido, con fines de infalible orientación hasta por terrenos desconocidos, en la hormiga, en cuyos músculos y tendones nadie ha logrado encontrar algo comparable a *los husos de Kühne* (estación del sentido muscular) o a los órganos *músculo-tendíneos* de Golgi?

CLASIFICACIÓN SENSORIAL DE LAS HORMIGAS

Para la comodidad expositiva importa clasificar dichos himenópteros atendiendo a la preponderancia de alguno de sus sentidos. Así ha procedido PIÉRON al distribuir dichos insectos en tres tipos sensoriales: el *visual*, *olfativo* y *muscular*. Este último, en que se alude al referido *sentido muscular*, podría substituirse, sin falsear demasiado el pensamiento del autor, por el *tipo táctil*.

De buen grado adoptaríamos la agrupación de PIÉRON, algo modificada, si no fuera porque la admisión de tres géneros sensoriales choca en la práctica con serias dificultades. Preciso es convenir en que casi todas las hormigas disponen de aparatos táctiles y olfativos bien desarrollados, cualquiera que sea el grado de perfección de su sentido visual; por ejemplo: el *Myrmecocystus viaticus* y el *Polyergus rufescens*, pertenecientes sin duda al tipo *visual*, están dotados de tacto y olfato exquisitos, tan buenos o mejores que las diversas especies de *Aphaenogaster* incluidas habitualmente en el grupo olfativo.

Por consiguiente, parécenos más sencillo y menos comprometido repartir las hormigas en sólo dos grupos : las que ven bien o regularmente (*poliopsicas*), cuyas ojos poseen ochocientas o más facetas, y las que ven poquísimas o medianamente (*oligopsicas*), cuyas facetas corneales oscilan entre setenta y quinientas. Contamos entre las primeras el *Polyergus rufescens*, el *Lasius niger*, la *Formica rufibarbis*, el *Myrmecocystus viaticus*, la *Formica rufa*, etc., cuyas obreras, además de ojos saltones y laterales ricos en corneolas, poseen tres ocelos característicos; y entre las segundas incluimos las diversas especies de *Camponotus*, la *Pheidole megacephala*, la *Tapimoma erraticum*, la *Aphaenogaster barbara*, la *Aphaenogaster testaceopilosa*, etc., cuyas obreras están desprovistas de ocelos y ofrecen ojos pequeñísimos y como rudimentarios (1).

Salvo la *Formica rufa*, que hemos estudiado en La Granja, todas las citadas abundan en Madrid y han sido objeto preferente de nuestras observaciones y experimentos.

Cuando se comparan las descripciones hechas por diversos sabios acerca de las reacciones de las hormigas en conflicto con estímulos naturales o artificiales, adviértense notables diferencias y desacuerdos relativos no sólo a la interpretación de los fenómenos, sino también sobre la realidad de los mismos. Séanos lícito manifestar, aun a riesgo de repetir ajenos juicios, que las aludidas contradicciones provienen casi siempre de no haber tenido en cuenta o justipreciado suficientemente la influencia perturbadora de ciertos estados psicológicos actuales o preexistentes, que modifican mucho los resultados obtenidos.

a) En primer término, cada hormiga posee cierta *individualidad psíquica* más o menos acusada; por donde, en igualdad de condiciones experimentales, las respuestas motrices difieren bastante. Sin duda que en el comportamiento influyen, como en los animales superiores, residuos y asociaciones sensoriales generados por acontecimientos anteriores ignorados del observador; pero además pudiera ocurrir que, aun en obreras de la misma comunidad, y con mayor razón entre obreras y soldados, existieran pequeñas divergencias de aptitud sensorial y de capacidad asociativa.

b) Mencionemos en segundo lugar el fenómeno del *ensimismamiento o distracción*, comunísimo tanto en las obreras cargadas de botín como en las absorbidas en la construcción del nido; distracción observada también en otros insectos sociales y sobre la cual llamaron ya la atención hace tiempo LUBBOCK, FABRE y FOREL.

c) Recordemos además el *estado emocional* producido por las rudezas y violencias de la experimentación, o por la imposición de condiciones artificiales en pugna con hábitos arraigados. Todo insecto que se siente perseguido cae en el aturdimiento, la ofuscación y el pavor, que llegan en ocasiones en las hormigas hasta el punto de abandonar la presa, huir a campo traviesa, esconderse bajo las hierbas y desconocer, como atacadas de inhibición olfativa y visual, su propia pista, las cercanías del nido y hasta las aberturas de éste. Según es de presumir, semejante estado emocional comprende grados y matices, disipándose con más o

menos rapidez, según las especies y los individuos. Hemos notado que las hormigas de tipo visual son las que se emocionan más fácilmente.

En fin, para la justa interpretación de algunos hechos negativos, que a primera vista parecen implicar extremada penuria de ciertos sentidos, conviene tener presente que la hormiga suele guiarse en sus labores y pesquisas por la *impresión sensorial dominante*. Este comportamiento representa un ahorro de esfuerzo nervioso. Condúcese, pues, como nosotros, que para orientarnos bien lo fiamos todo a la vista, desdeñando o inadvertiendo las impresiones táctiles, olfativas y la sensibilidad a las vibraciones mecánicas; impresiones de capital importancia, según es notorio, en la marcha de los ciegos.

Previas las precedentes reservas, pasemos a formular las principales conclusiones desprendidas de nuestras observaciones y experimentos; conclusiones - huelga repetirlo - sujetas todavía a contraste y revisión. Comencemos por la aptitud visual.

Sensaciones visuales.

Percepción supuesta de los colores.-Admitida por el concienzudo Sir LUBBOCK y otros observadores, dista mucho de estar demostrada. En rigor, lo que se deduce de los pacientes e ingeniosos experimentos del sabio inglés, no es que la *F. fusca* y el *Lasius niger* discriminen cualitativamente los colores, sino que tales hormigas son afectadas, al modo de la placa fotográfica, por las radiaciones más breves del espectro, o sea por las dotadas de mayor poder fotoquímico.

Por otra parte, la anatomía del ojo de las hormigas de vista escasa no habla en pro del parecer de LUBBOCK. Aun cuando nuestros estudios sobre este punto disten de tocar a su fin, a causa de la enorme dificultad con que se lucha para obtener cortes finos bien teñidos del aparato ocular, todas nuestras preparaciones del ojo de los soldados del *Aphaenogaster*, *Camponotus cruentatus*, etc., muestran inmediatamente detrás de corneolas fuertemente biconvexas una capa compacta y continua de pigmento pardo-negrusco, que absorbe totalmente las radiaciones espectrales (2). En vano hemos buscado en esta pantalla obscurísima un resquicio por donde asomen a la luz los *rabdomas* o elementos nerviosos fotoreceptores. Por lo cual resulta difícilísimo comprender cómo una imagen coloreada podría impresionar cualitativamente las citadas células receptoras, y producir, según debe ocurrir con toda probabilidad en los insectos de visión lúcida (abejas, avispas, tábanos, mariposas, mosca azul, etc.), fenómenos fotoquímicos específicos generadores de corrientes nerviosas, igualmente específicas. En ojos tan impermeables a la luz coloreada, el mecanismo de la impresión luminosa sólo puede concebirse suponiendo que cada pantalla pigmentaria postcorneal absorbe y transmite la energía química de las vibraciones (energía tanto mayor cuanto más breve es la longitud de onda), y que por tanto los rabdomas, al modo de la placa fotográfica, traducen por grados de intensidad lumínica los diversos ritmos ondulatorios del éter. Esta explicación, necesariamente vaga, dada nuestra ignorancia del

verdadero papel desempeñado por el pigmento y los rabdomas en los fenómenos de recepción y transformación de la energía cinética de la luz, tiene la ventaja de concordar bastante bien con lo más esencial de los resultados experimentales de LUBBOCK y de otros autores.

Sea de ello lo que quiera, es para nosotros sumamente probable que las hormigas no discernen los colores. Todos nuestros experimentos lo persuaden. El espacio visual, percibido por estos himenópteros podría imaginarse, pues, como un panorama nebuloso donde destacan solamente algunos objetos próximos de gran tamaño y de contornos indecisos.

Citemos ahora algunos experimentos, a nuestro juicio, probatorios de que las hormigas oligovisuales carecen de la visión de los colores.

Comencemos por declarar que tales himenópteros no revelan el menor signo de sorpresa o de extrañeza cuando, de regreso de sus excursiones, encuentran las pistas o las aberturas del nido teñidas intensamente con diversos colores de anilina, a condición de que la desecación de éstos sea completa. Igual indiferencia se advierte cuando delante de las obreras en marcha son proyectadas las radiaciones del prisma o la luz solar tamizada por cristales coloreados. Tampoco demuestran preferencias cromáticas si son encerradas en cajas oscuras, uno de cuyos extremos, relleno de provisiones, se divide en compartimientos o pequeños comedores iluminados por sendas láminas de talco intensamente coloreadas de rojo, naranja, amarillo, verde, azul y violado. Es más: ni aun les extrañan los cebos agradables artificialmente teñidos, tales como terrones de azúcar, pedazos de pan o de plátano y diversas semillas (*hormigas cosecheras*).

Hasta en las hormigas de tipo visual, como el *Lasius niger*, produce apenas repulsión la presencia de una gota de miel o de mermelada pintadas con eosina o azul de metileno. En materia de alimentos el criterio supremo de la hormiga es el sabor, por cierto no muy delicado.

Las hormigas oligovisuales, ¿son sensibles a los rayos ultraviolados, conforme afirmaron LUBBOCK y FOREL para ciertos tipos de estos himenópteros terrestres?

Mucho lo dudamos. Reproducidas por nosotros las experiencias de estos sabios haciendo uso del aparato de Kohler (electrodos de magnesio) y de cubetas cubiertas con portaobjetos de cuarzo, liemos sacado la impresión de que *Camponotus*, *Tapinoma*, *Aphaenogaster*, etc., evitan (no siempre) la acción de las radiaciones ultravioladas, no a causa de la percepción cromática (efecto cualitativo de ondas brevísimas), sino de resultas de su acción irritante sobre el cuerpo del animal y quizás sobre los pelos táctiles. Notemos, sin embargo, que nuestras experiencias no han recaído sobre las especies utilizadas por LUBBOCK (*F. fusca*, *Lasius niger*).

Distinción de la luz y de la sombra. - Mas si las hormigas olfativo-táctiles (*Tapinoma erraticum*, *Aphaenogaster barbara*, *A. testaceo-pilosa*, *Pheidole*

megacephala, etc.) son incapaces de distinguir cualitativamente las diversas longitudes de onda del espectro, diferencian bastante bien la luz de la sombra, con tal de que el contraste sea bastante acentuado.

Por ejemplo : si a una hormiga de pista se la obliga a pasar por un largo túnel de cartón dispuesto en forma de bóveda, no vacila cuando el trayecto sombrío es corto; pero muchas se asustan, retroceden o flanquean cuando éste mide de 8 a 10 centímetros de longitud. Con todo, en virtud del fenómeno de la distracción, algunas obreras cargadas siguen impertérritas su camino. Claro es que un puente breve, tal como el formado por un bastón, aunque diste sólo 3 ó 4 milímetros del suelo, no produce el menor efecto. Tampoco perciben un cristal puesto a dicha distancia sobre la ruta: casi todas las hormigas pasan por debajo hasta llegar a un punto en que por la exigüidad del espacio vertical chocan con el vidrio; entonces viran casi siempre en ángulo recto en busca de los bordes, para emerger al fin y bordear el obstáculo.

Que diferencian lo tenebroso de lo muy claro lo persuade también la curiosidad con que las obreras exploradoras (*Aphaenogaster testaceo-pilosa*, *A. barbara*, *Pheidole*, etc.), se acercan a un terrón de azúcar puesto en la vecindad de la ruta, a condición de que el insecto pase a menos de medio centímetro de la golosina. Con todo, este hecho perceptivo, no siempre fácil de comprobaren las hormigas oligópsicas, exige una restricción aclaratoria. Toda hormiga que regresa cargada o que trajina tierra arrancada del nido, suele ser indiferente a los cebos más apetitosos, en virtud del mencionado fenómeno del ensimismamiento. Esta inhibición sensorial es tan radical en ocasiones, que hemos sorprendido *Aphaenogaster testaceo-pilosa* y *A. barbara*, enardecidas en la tarea de agrandar sus madrigueras, tocar impasibles y hasta enterrar completamente trozos de azúcar, para los cuales, sin embargo, en condiciones ordinarias, son singularmente golosas.

Otra prueba de la impresionabilidad a la luz nos la ofrece el fenómeno del *deslumbramiento*, que nos parece haber sido algo inadvertido por SANTSCHI y FERTON en sus tentativas de despistar a las hormigas proyectando sobre ellas la luz del sol. En realidad, la reflexión de las radiaciones solares por los espejos no perturba casi nada la marcha y penetración en el nido de las *Pheidole*, *Camponotus*, *Tapinoma*, *Aphaenogaster*, etc. Mas si a favor de una lente se concentra la luz sobre la pista-sin llegar, naturalmente, a elevar demasiado la temperatura-, las obreras se asustan; muchas retroceden después de penetrar en el foco; algunas dan un rodeo, acabando por orientarse, y sólo las abrumadoramente cargadas, y por tanto en estado de profunda distracción, cruzan impasibles el foco luminoso.

En cambio las hormigas poliópsicas, como la *F. rufibarbis*, el *Myrmecocystus viaticus*, el *Lasius niger*, etc., reaccionan mucho más vivamente a los focos lenticulares y en ocasiones a distancia .de medio a un centímetro. En ellas, pues, según era de presumir, el fenómeno del deslumbramiento se desarrolla más fácil y rápidamente. Con la *F. rufibarbis* y el *L. niger* adviértense ya titubeos e inquietudes hasta en presencia de la luz solar reflejada por espejos. A pesar de lo cual no se despistan, sino que, cruzando cautelosamente el pincel luminoso o bordeándolo

con precaución, acaban por incorporarse a sus compañeras y ganar la madriguera. Pero de la posible influencia de la luz en la orientación de las hormigas trataremos en otro trabajo.

Acuidad visual de las hormigas. - Por punto general, y salvando excepciones, los objetos muy delgados plantados verticalmente en la pista (de medio a un centímetro) y separados por espacios variables no son percibidos ni poco ni mucho. Todas las obreras de tipo oligópsico se enteran del obstáculo imprevisto sólo después de tocarlo con las antenas. Naturalmente, la mayor o menor facilidad de la travesía de vallas y enrejados depende de la amplitud de los espacios. Con enrejados cuyos alambres estén separados unos 4 milímetros pasan la mayoría de las *Tapinoma* y *Aphaenogaster* (exceptuados los soldados); con enrejados de 3 milímetros disminuye ya notablemente el número, salvando la alambrada solamente las obreras medianas y pequeñas; en fin, un enrejado de 2 milímetros constituye obstáculo infranqueable. Al topar con él casi todas se desvían o corren en ángulo recto, bordean la tela metálica y ensayan el paso por parajes más o menos alejados de la misma; algunas retroceden descorazonadas; y, en fin, las hay que, después de trazar ziszás, flanquean lateralmente el enrejado, incorporándose a la pista, no sin dar antes gran rodeo.

Este espectáculo sugiere, más que la idea de una visión confusa de las vallas, la de una filtración o tamización, exclusivamente regulada por el tamaño de las obreras y la envergadura de las antenas; envergadura variable, naturalmente, en cada hormiga, a causa del diverso grado de aducción o de inclinación hacia adentro de tales apéndices. Semejantes tentativas, reveladoras de la penuria visual de las hormigas, evocan algo la conocida teoría de *los ensayos y errores* de MORGAN, comprobada en los infusorios por JENNINGS.

No obstante, en presencia de recias empalizadas (palitos blancos de cerca de 4 milímetros) nos ha parecido que desempeña algún papel la visión, aunque a brevísima distancia (5 a 6 milímetros).

Prácticamente, pues, las *Tapinoma*, *Pheidole* y *Aphaenogaster* *barbará* se comportan casi como si estuvieran totalmente ciegas y se guiaran exclusivamente por el tacto y el olfato. Con todo, ciertas hormigas oligovisuales, tales como el *Camponotus cruentatus* (cuyos ojos poseen ya de 400 a 600 facetas) y la *Aphaenogaster testaceo-pilosa*, nos parecen ver menos mal.

Naturalmente, la acuidad visual es mucho mayor en las hormigas poliópsicas. Así, el *Myrmecocystus viaticus* suele ya atisbar los enrejados puestos verticalmente delante del nido, a distancia de uno y hasta 2 centímetros. Es frecuente sorprender a obreras regresadas de sus cacerías rodear el obstáculo sin tocarlo, para incorporarse al hormiguero, y a las atareadas con la labor de la extracción de escombros evitar en sus excursiones la empalizada, marchando siempre en otra dirección. En fin, cuando el retículo se coloca sobre el nido, ocurre una de dos cosas: o las obreras retroceden antes de tocarlo, o se encaraman a él, pugnando por insinuarse por sus mallas, para lo cual aproximan las antenas y ofrecen la menor superficie posible. Claro es que no faltan aquí actos de

obcecación debidos, en parte, al fenómeno del ensimismamiento o del *vis a tergo*. En general, se saca la impresión de que el *M. viaticus* percibe a distancia el obstáculo, y cuando no puede evitarlo, como en los casos en que se coloca horizontalmente sobre el nido, trata de salvarlo infiltrándose en sus mallas.

Parecidas y, en ocasiones, mayores pruebas de acuidad visual revelan también, en condiciones semejantes, el *Lasius niger*, la *F. rufibarbis* y el *Polyergus rufescens*.

Nuestras observaciones revelan también que las hormigas se impresionan muy especialmente del *color negro*, con tal de que despida reflejos brillantes. En tales circunstancias, la acuidad visual se acrece notablemente. Citemos dos ejemplos:

Una comunidad de *Lasius niger* (variedad provista de ocelos y de ojos de finas facetas) invadió nuestra casita de campo, haciendo nido en las grietas del embaldosado. A distancia de varios metros, y no lejos de amplia pista recorrida por obreras exploradoras, pusimos sobre un cristal negro tres pequeñas gotas de materias mucilaginosas de brillantes reflejos marginales: una de las gotas era de miel, otra de goma arábica y, en fin, otra de cola del comercio. Todas tres mostraban sensiblemente igual matiz amarillento, casi imperceptible sobre el fondo oscuro. A los pocos minutos, algunas obreras repararon en el botín, estableciéndose una pista muy trillada desde el nido a las gotas. Con sorpresa advertimos que las tres atrajeron por igual a las hormigas. Conforme era de presumir, las posadas en el borde de la miel aumentaron progresivamente: engolosinadas por la primera libación, visitaron reiteradamente el cebo; mientras que las empeñadas en saborear la goma arábica y la cola antiséptica quedaban prendidas, no pudiendo, por tanto, repetir sus expediciones. Parece indudable que lo que sedujo imperiosamente al *Lasius* no fue el olor ni el color, sino el vivo reflejo luminoso de las sustancias mucilaginosas, percibido de uno a medio centímetro de distancia.

Otro ejemplo de la capacidad de distinguir objetos diminutos oscuros con tal de que brillen mucho, nos ofrecen corrientemente las hormigas cazadoras, aun cuando pertenezcan al tipo oligovisual.

Varias obreras de *Aphaenogaster barbara* fueron asfixiadas por el cloroformo, tratadas subsiguientemente, primero por el alcohol y el éter y después por diversos agentes alcalinos, a fin de eliminar en lo posible el olor fórmico; finalmente se desecaron al sol durante una semana. En tal estado de momificación, abandonáronse en las inmediaciones de nidos del *Aphaenogaster testaceo-pilosa* y del *Myrmecocystus viaticus*. Incontinenti fueron atisbadas por obreras exploradoras que, considerándolas como excelente botín, las condujeron a sus silos subterráneos.

Mas si antes de ser emplazadas en la vecindad de los hormigueros se las pintaba de blanco, pasaban las cazadoras a su lado sin reconocerlas. Prueba inequívoca de que el color negro brillante propio de muchos insectos las

impresiona harto más que la forma y el olor, y de que aun las hormigas de escasa vista aciertan a distinguir de cerca un objeto de 2 ó 3 milímetros de diámetro.

Iguales resultados se obtuvieron con los cadáveres de hormigas que sus compañeras de comunidad extrajeren del nido, guiadas por una suerte de instinto higiénico. Pintados de varios colores, fueron inadvertidos.

En todo caso - lo hemos dicho ya - las percepciones visuales influyen muy poco en la vida psíquica de las hormigas oligópsicas. No sólo los experimentos efectuados con retículos y empalizadas, sino otros muchos que fuera prolijo describir aquí, lo persuaden con evidencia. Citemos solamente el hecho bien conocido, y repetidamente comprobado por nosotros, de que el *Camponotus aethiops* y la *Aphaenogaster barbara* trabajan lo mismo de día que de noche, y con igual diligencia y brío durante las noches tenebrosas y bajo la sombra de los árboles, que en las noches claras del estío. Con lo cual no pretendemos significar que todas las hormigas de vista deficiente sean indiferentemente diurnas o nocturnas: muchas de ellas, por ejemplo, la *Aphaenogaster testaceo-pilosa*, la *Tapinoma erraticum* y el *Camponotus cruentatus*, etc., se recluyen en el nido al anochecer.

Un experimento, muchas veces practicado, consiste en la obstrucción de los ojos mediante barnices opacos o a favor de la cauterización de las corneolas. Nosotros lo hemos reproducido también; empero la interpretación de los resultados parécenos sumamente ardua. Por punto general, todo insecto cegado se desconcierta y queda como desmoralizado y alocado. Por exigua que sea la ventana cerrada al mundo exterior, constituye para la hormiga fuente preciosa de informaciones, complementarias de las aportadas por los sentidos olfativo y táctil. Además, según hemos apuntado, es difícil señalar la parte que en tal desorientación toman, respectivamente, la mera supresión de la imagen luminosa y el deterioro, coarrugación o empaste de algunos pelos táctiles cefálicos y, más que nada, la emoción del animal al sentirse primeramente amarrado y después libre sobre una pista cuya dirección ha olvidado, por consecuencia del eclipse, durante las manipulaciones operatorias, de la memoria de los ángulos y de la trayectoria inicial. De todas maneras, si hemos de dar crédito a nuestras observaciones, el atolondramiento de obreras y soldados ciegos es mucho menor que el producido por la sección de las antenas. Con un poco de paciencia conséguese sorprender algunos *Camponotus*, *Tapinoma* y *Aphaenogaster*, de ojos ennegrecidos con betún de Judea, retornar al nido a tientas después de mucho tiempo de estupor y extravío y de reiteradas tentativas para limpiarse las corneolas.

Impresiones olfativas.

Con razón se admite en las hormigas un sentido olfativo exquisito. En este punto, aun cuando para ciertos efectos parézcanos exagerada la capacidad de oler atribuída a dichos himenópteros, nuestras observaciones confirman en principio las de todos los mirmecólogos, a excepción quizás de FABRE, que priva al *Polyergus* y a otros insectos de la percepción de los olores.

Preciso es confesar que, de negar dicha sensibilidad olfativa, resultaría singularmente embarazosa la comprensión de algunos actos de las hormigas oligópsicas, y con mayor motivo de las hormigas ciegas de Tejas y África (*Eciton vastator*, *E. erratica*, *Anomma arcens* Wersl., etc., etc.), estudiadas cuidadosamente por BATES y otros mirmecólogos.

Los puntos a examinar y establecer acerca de esta materia conciernen a la distancia a que las hormigas poliópsicas y oligópsicas huelen; a si su escala odorífera corresponde exactamente a la nuestra y a la de los mamíferos superiores, y, en fin, a averiguar si en sus faenas, cacerías y expediciones goza el sentido olfativo de algún privilegio o decisiva preponderancia sobre los demás.

Comencemos por sentar, de acuerdo con muchos sabios, que la mayoría de los olores fuertes, agradables o nauseabundos, percibidos por nosotros, lo son también por las obreras oligovisuales. El olor a *alcanfor*, el del *amoníaco*, de la *trementina*, de la *asafétida*, de la *piridina*, del *timol*, del *creosol*, de las esencias de *clavo*, *bergamota*, de *anís* y de *orégano*, del *éter*, del *alcohol amílico* y *alílico*, etc., las impresiona enérgicamente, produciéndoles una repugnancia invencible. Regla general: la hormiga huye alarmada de toda emanación odorífera a que no está habituada.

La distancia de impresión, como si dijéramos el *dintel de la excitación*, varía para cada especie. De ordinario es muy corta, lo que se explica bien por la ausencia de aparato colector y conservador de las emanaciones olfativas. Por ejemplo, la *Aphaenogaster barbara*, la *A. testaceo-pilosa*, la *Pheidole*, la *Tapinoma*, etc., retroceden ante una mancha de piridina, de esencia de clavo o de bergamota situada entre uno y medio centímetro. Con todo, en virtud del fenómeno de la distracción y de la velocidad adquirida, sorpréndense obreras sobrecargadas que llegan hasta el borde de la mancha. Poquísimas veces el ímpetu del retorno las lleva a penetrar en el trozo de pista empapada en la esencia; y si lo hacen, es para huir rápidamente. Por excepción, hemos visto al *Camponotus cruentatus* que, en fuga alocada, cruza extensas manchas de bergamota y de clavo situadas cerca del nido. En los referidos actos de repulsión no suele intervenir el tacto antenarior, es decir, el olfato táctil de FOREL. Trátase, por consiguiente, de una acción a distancia provocada por efluvios materiales.

Hay hormigas de tipo visual (el *Myrmecocystus viaticus*, por ejemplo) que reconocen los olores desagradables a mayor distancia todavía que la

Aphaenogaster barbara y la *Tapinoma*. Derramadas varias gotas de bergamota en torno del nido, ninguna de las obreras cargadas de escombros se atrevió a salir de aquél, no obstante mediar entre la abertura y el círculo oloroso más de 2 centímetros. Del mismo modo, las regresadas de sus expediciones retrocedieron a distancias variables entre uno y medio y 3 centímetros. Sólo al siguiente día restablecióse la circulación, ya porque el olor se disipara, ya a causa de su atenuación artificial, mediante el depósito de escombros. En fin, olores demasiado persistentes, como el de la esencia de clavo arrojada en la pista, obligan a ciertas especies de hormigas a abandonar el antiguo camino y a trazar otro nuevo paralelo al anterior.

Pero en los experimentos anteriores se trata de la acción de olores insólitos y desagradables o incómodos para las hormigas. Y pudiera ocurrir que las emanaciones que excitan su sensibilidad y motivan sus reacciones fueran totalmente inaccesibles para nosotros. En otros términos: la escala olfativa por la cual se guían en sus actos pudiera coincidir sólo parcialmente con la nuestra. Ello nos parece indudable si consideramos la seguridad y el tino con que recolectan semillas y renuevos de plantas que por lo pequeños no pueden ver, y sobre todo cuando se entregan a expediciones encaminadas a la captura de pulgones o de esclavos. Por lo demás, esta disparidad de escalas olorosas se advierte ya entre los mamíferos. Así, como afirma PASSY, el perro percibe olores absolutamente imperceptibles para nosotros.

Vaya sólo un ejemplo referente a la hormiga *amazona*, de la que poseo populoso nido. He observado muchas veces, durante las *razzias* estivales, que la cabeza de la columna del *Polyergus* detiénese bruscamente al llegar a un montón de escombros, de sarmientos o de broza; una vez allí, sin la menor vacilación, precipítanse todas las asaltantes en los intersticios y recovecos del laberinto de ladrillos y malezas, de donde emergen, a los pocos minutos, prendidas en los garfios mandibulares, larvas y crisálidas pertenecientes a la tímida *F. rufibarbis*. Ahora bien: la exploración escrupulosa del montón de escombros donde penetraron las feroces amazonas no permitió observar el menor indicio de hormiguero, ni descubrir tampoco obreras dispersas en busca de botín. Sólo al final del desastre asomó tal cual *rufibarbis*, con intención, sin duda, de salvar algún hijuelo, por azar abandonado de los invasores.

Se ha exagerado mucho por BETHE y otros observadores la importancia que en la orientación de las hormigas oligópsicas posee el sentido olfativo. Contentémonos por ahora con anticipar que en el reconocimiento de pistas colaboran también, conforme notaron TURNER, PIÉRON y otros observadores, diversos datos sensoriales, y muy especialmente la impresión de los pelos táctiles. En apoyo de este aserto recordemos no más que cuando las hormigas cargadas se desvían por accidente imprevisto (golpe de viento, etc.), muchas de ellas cruzan su pista o se acercan al nido sin reconocerlo, por lo menos durante el primer cuarto de hora. Las revueltas descritas por estos himenópteros alrededor de la madriguera (*revueltas* de TURNER) antes de adentrarse en ella, prueban también la escasa eficacia orientadora de las emanaciones olfativas, procedentes tanto de hormigas

congéneres como de las pistas y de las bocas del nido. Ni hay que olvidar que muchas hormigas se orientan bien, aun cuando el viento haya barrido las emanaciones olorosas.

Impresiones táctiles.

Uno de los sentidos cuyas informaciones son más preciosas para las hormigas oligópsicas es el táctil, según han notado algunos mirmecólogos, y singularmente PIÉRON. La importancia de estas impresiones se impone ya con sólo examinar la cantidad prodigiosa de pelos largos y cortos que erizan las antenas, la cabeza y sobre todo las patas de dichos himenópteros. En el bulbo terminal de las antenas de la *Tapinoma* y *Aphaenogaster barbara* dichos apéndices son tan abundantes, que en algunos parajes casi se tocan las criptas de que emergen. Estimamos, sin embargo, que para los efectos de la marcha las impresiones táctiles dominantes son recogidas por los garfios córneos y pelos de las patas.

Nada más fácil que demostrar experimentalmente la sensibilidad táctil de las hormigas. Basta para ello alisar o cambiar ligeramente, por medios mecánicos, el suelo de las pistas, o mejor aún, cubrirlas con tules o enrejados que, dejando a salvo las emanaciones olfativas, transformen el relieve.

En presencia, tanto de los enrejados finos como de los de anchas mallas emplazados horizontalmente sobre las pistas, casi todas las obreras sufren grandes perturbaciones, no obstante percibir el olor específico. Ciertamente, algunas, las más audaces y por lo común cargadas, avanzan titubeando y deteniéndose a cada paso; pero la mayoría rehúsan atravesar el inesperado obstáculo, o si lo recorren, es sólo en brevísima extensión, para torcer en seguida en ángulo recto y ganar la orilla; algunas, en fin, retroceden despavoridas. Por punto general: cuanto más fino es el retículo, mayor es la sorpresa y desorientación.

Los remolinos y desviaciones observados en las hormigas mediante la colocación de retículos, gasas, etc., sobre las pistas o junto al nido, suelen ser harto mayores que los sufridos por los experimentos de barrido, irrigación o deformación de los caminos mediante erosiones o colocación de tierra (3), hierbas, etc.; experimentos repetidamente efectuados por los autores con la mira de demostrar el papel orientador de las emanaciones odoríferas. Así es que nosotros, sin negar que en los resultados obtenidos por numerosos sabios influya algo la atenuación o descarte de tales efluvios, juzgamos que la causa desorientadora principal consiste en la modificación del relieve del suelo, de que la hormiga conserva memoria fidelísima. Y aun seríamos más afirmativos y categóricos si no fuera notorio que sobre la corteza de los árboles siguen fidelísimamente ciertas pistas preestablecidas (*Lasius* y *Tapinoma*). Así y todo, en estos mismos ejemplos no parece desdeñable el papel desempeñado por las impresiones táctiles, conforme lo prueba la preferencia de las hormigas por ciertas resquebrajaduras profundas de la corteza, muy ricas en referencias estereotópicas, y la desorientación e inquietud que sufren al

cruzar por un segmento cortical suavizado y como pulido por un cuerpo duro (mango de bastón, espátula de marfil, etc.) o ligerísimamente empastado por un color transparente. Pero de la influencia de las impresiones táctiles en la orientación de estos himenópteros trataremos detalladamente en otro trabajo.

Como anejos del *sentido táctil* cabe considerar la capacidad bien conocida de las hormigas de apreciar contrastes de temperatura (*sentido térmico*) y las excitaciones dolorosas (*sentido del dolor*). Es muy posible que, al modo de lo que sucede en los mamíferos, la pierda dichos himenópteros disponga de nervios específicos térmicos, dolorosos y táctiles, distribuidos en distritos diferentes, o sea en sendos apéndices pilosos. Pero nuestros experimentos acerca de este punto distan mucho de estar acabados.

En conclusión: las hormigas oligovisuales, a las que muy particularmente hemos aludido en las precedentes observaciones, adolecen de gran penuria sensorial. Salvo el tacto y el olfato, que en ellas alcanzan desusado desarrollo, los demás sentidos aportan al animal confusas y fragmentarias informaciones del mundo exterior. Insensibles a los colores, incapaces de la percepción del relieve, distinguen solamente, a pequeñísimas distancias y sin detalles, objetos de gran tamaño relativo; olfatean, comúnmente desde muy cerca, faltas de aparato colector de los olores; carecen casi enteramente de oído y, en fin, aprecian exclusivamente variaciones térmicas de muchos grados.

Como en todas las especies animales, el mundo exterior percibido por la hormiga es un mundo aparte, específico, fundamentalmente diverso del nuestro, salvo la comunidad de ciertas Propiedades geométricas y de determinadas emanaciones materiales.

Y, no obstante esta pobreza sensorial, dichos insectos despliegan, por compensación, un lujo prodigioso de reacciones motrices y de instintos de finalidad maravillosa. Y es que los sentidos no son lo más importante de la vida psíquica: por encima de ellos, coordinando sus datos e interpretándolos a la luz de las milenarias adquisiciones de la especie, impera el cerebro, riquísimo en potencialidades.

Yo compararía de buen grado las hormigas a los ciegos y sordomudos de nacimiento, de que son ejemplos admirables Laura Bridgman-que además de ciega y sorda carecía de gusto y olfato -y la célebre Helen Keller. Ambas, y singularmente la última, sin más recurso sensorial que el tacto, sabia y metódicamente educado, lograron desarrollar prodigiosas aptitudes intelectuales innatas, durmientes y como en estado potencial. Helen Keller, auxiliada por el alfabeto táctil, aprendió a leer, siguió brillantemente una carrera, dominó varios idiomas y escribió libros admirables, donde campean, con la más selecta y copiosa erudición, el más sano y elevado criterio. Al leer sus obras, como las de otros ciegos ilustres, acude a la memoria la frase gráfica de Villey: «La vista es el sentido de las distracciones.»

Prueba elocuente de que si nuestros sentidos aportan noticias preciosas acerca del mundo exterior, su misión principal consiste en obrar como despertadores de nuestro maravilloso mundo interior. Ellos ponen en marcha los instintos superiores, así como los innatos y complicados mecanismos mnemónicos, sentimentales, representativos y lógicos, valiosísimo legado de la raza y de la evolución filogenética. Muy clarividente y acertado mostróse, por consiguiente, LEIBNITZ cuando, corrigiendo el escueto e incompleto aforismo de LOCKE, *nihil est in intellectus quod non ante fuerit in sensu*, añadió: nisi *intellectus ipse*. Cabe, pues, disponer de un cerebro poderoso y hasta genial, asistido de mezquinos e incompletos sentidos.

Claro está que no pretendemos identificar el magnífico cerebro humano con el precario ganglio cerebroide de las hormigas, aun cuando nuestros estudios sobre el sistema nervioso central de los himenópteros y múscidos nos hayan revelado la existencia de una máquina asociativa prodigiosamente compleja y sutil. Séanos lícito, empero, afirmar que en las hormigas se da en pequeño algo de lo ocurrido con ciertos ciegos-sordomudos: compensan la miseria sensorial con una rica y finísima organización del órgano encefálico. Muy instructivo es comparar, bajo este aspecto, los lúcidos y complejos instintos industriales de la hormiga, casi ciega, con la precaria mentalidad de aquellos insectos que, cuales la mosca, la libélula o la mariposa, están dotados de ojos magníficos, de olfato y tacto exquisitos y de vuelo poderoso. Diríase que la Naturaleza, como si tuviera conciencia de sus propias injusticias, se complace a menudo en prodigar todos los dones del espíritu a los más humildes seres, por igual, abandonados de la fuerza, de la belleza y de la gracia.

(1) Para la determinación sistemática de las hormigas de Madrid, nos han aprovechado mucho los consejos de los sabios entomólogos D. Ignacio y C. Bolívar, y muy singularmente las atinadas indicaciones de nuestros expertos y fervientes mirmecólogos Sres. Dusmet y Mercet. A todos ellos les rendimos aquí la expresión de nuestra cordial gratitud.

(2) Detrás de las corneolas existen, en verdad, unos cristalinos aplastados y como rudimentarios (*Aphaenogaster*, cte.), sobre los que adhiere la costra compacta de pigmento. En cuanto a las vías visuales, preséntanse como atrofiadas. Falta un verdadero *perióptico* o *retina intermediaria*, y la *retina profunda* o *epióptico* se muestra muy delgada y pequeña.

(3) Si sobre un pequeño trozo de pista se superpone tierra superficial tomada mediante delgada espátula de otro segmento de la misma pista, la desorientación es completa, no obstante la persistencia del mismo olor (*Aphaenogaster barbara*).