

MERLIN SHELDRAKE

LA RED OCULTA DE LA VIDA

De qué manera los hongos
crean nuestros mundos,
cambian nuestra forma de pensar
y moldean nuestro futuro

La red oculta de la vida. Cómo los hongos condicionan nuestro mundo, nuestra forma de pensar y nuestro futuro

Título original: Entangled Life. How Fungi Make Our Worlds, Change Our Minds and Shape Our Futures

DE LA EDICIÓN EN ESPAÑOL

geoPlaneta

© Editorial Planeta, S.A., 2020

Av. Diagonal, 662-664, 08034 Barcelona

info@geoplaneta.es – www.geoplaneta.com

1ª edición en español: noviembre del 2020

© Traducción: Ton Gras Cardona, 2020

EDICIÓN ORIGINAL

Publicado por primera vez en inglés en el Reino Unido

por The Bodley Head, 2020.

© Textos: Merlin Sheldrake, 2020

© Ilustraciones de interior: Collin Elder

© Ilustración de cubierta: Job Wouters

Diseño: Sandra González Iglesias

ISBN: 978-84-08-23531-6

Depósito legal: B. 14.129-2020

Impresión y encuadernación: Huertas

Printed in Spain – Impreso en España

Reservados todos los derechos. No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (Art. 270 y siguientes del Código Penal).

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra. Puede contactar con CEDRO a través de la web www.conlicencia.com o por teléfono en el 91 702 19 70 / 93 272 04 47.

El papel utilizado para la impresión de este libro es cien por cien libre de cloro y está calificado como papel ecológico.

PRÓLOGO

09

INTRODUCCIÓN

¿Cómo se vive siendo un hongo?

11

1. UN SEÑUELO

31

2. LABERINTOS VIVOS

51

3. LA INTIMIDAD DE LOS DESCONOCIDOS

75

4. MENTES DE MICELIO

97

5. ANTES DE LAS RAÍCES

123

6. WOOD WIDE WEBS

147

7. MICOLOGÍA RADICAL

171

8. LA LÓGICA DE LOS HONGOS

197

EPÍLOGO

Este compost

217

AGRADECIMIENTOS

221

NOTAS

225

BIBLIOGRAFÍA

273

ÍNDICE

309

UN SEÑUELO

¿Quién chulea a quién?

PRINCE

Un montón de trufas blancas del Piamonte, *Tuber magnatum*, reposaba en las balanzas sobre un paño a cuadros. Presentaban un aspecto descuidado, como piedras lavadas; irregulares, como patatas; con cavidades, como las calaveras. Su peso rondaba los 2 kg: 12 000 €. Su dulce aroma invadía la estancia, y en su fragancia residía su valor. Era inconfundible y no se parecía a nada más: un señuelo, lo suficiente denso y desconcertante para perderse en él.

Estábamos a principios de noviembre, en plena temporada de trufas, y había ido a Italia para acompañar a dos cazadores de trufas en su búsqueda por las colinas aledañas a Bolonia. Tuve suerte. El amigo de un amigo conocía a un hombre que comerciaba con trufas. Y el comerciante en cuestión había conseguido que pudiera acompañar a dos de sus mejores truferos que, a su vez, habían consentido acompañarle. Los cazadores de trufa blanca tienen fama de ser reservados. Este tipo de trufa nunca ha sido domesticada y solo se puede encontrar en estado natural.

Las trufas son los cuerpos fructíferos subterráneos de varios tipos de hongos micorrízicos. Durante buena parte del año, los hongos de la trufa solo existen como redes de micelio, que subsisten gracias a los nutrientes que obtienen del suelo y a los azúcares que extraen de las raíces de las plantas. Sin embargo, su hábitat subterráneo les plantea un problema básico: las trufas son órganos que producen esporas, análogos a la fruta que produce semillas en una planta. Las esporas evolucionaron para que los hongos pudieran dispersarse pero, bajo tierra, estas esporas no pueden ser atrapadas por las corrientes de aire ni vistas por los animales.¹

Su solución es desprender olor. Pero oler por encima del festival olfativo de un bosque no es moco de pavo. En los bosques se mezclan los olores, cada uno con un interés o distracción potencial para el hocico de un animal. Las trufas deben ser lo bastante acres para que sus aromas atraviesen las capas de suelo y entren en el aire, lo bastante peculiares para que un animal las distinga en medio del olor ambiental, y lo bastante deliciosas para que los animales las busquen, escarben y se las coman. Todas las desventajas visuales de las trufas –estar sepultadas bajo tierra, difíciles de ver

cuando se desentierran y visualmente poco atractivas– quedan compensadas por el aroma.

La trufa cumple con su función cuando es comida: se ha atraído al animal para que olisqueara el suelo y ha sido reclutado para que transporte las esporas del hongo en sus heces y las deposite en otro lugar. La fascinación de una trufa es, por consiguiente, el resultado de cientos de miles de años de entrelazamiento evolutivo con los gustos animales. La selección natural favorecerá a las trufas que encajen con las preferencias de sus mejores dispersores de esporas. Las trufas con mejor ‘química’ atraerán a animales con más éxito que aquellas con peor química. Como las orquídeas que imitan la forma y olor de una abeja hembra sexualmente receptiva, estos hongos proporcionan una descripción de los gustos animales –un retrato aromático evolutivo de la fascinación animal.

Estaba en Italia porque quería que un hongo me llevara a su mundo químico subterráneo. No estamos preparados para participar en las vidas químicas de los hongos, pero las trufas acres hablan un idioma tan penetrante y simple que hasta nosotros podemos entender. Al hacerlo, estos hongos nos incluyen en un momento de su ecología química. ¿De qué manera deberíamos pensar sobre los torrentes de interacción que se producen entre organismos bajo tierra? ¿Cómo deberíamos entender estas esferas de comunicación ajenas a la humana? Quizá corriendo tras un perro que sigue la pista de una trufa y enterrando mi cara en el suelo fue lo más cerca que pude estar de la tracción y promesas químicas que utilizan los hongos para dirigir tantos aspectos de sus vidas.

El olfato humano es extraordinario. Nuestros ojos pueden distinguir varios millones de colores, nuestros oídos pueden percibir medio millón de tonos, pero nuestra nariz puede apreciar más de un billón de olores diferentes. Los seres humanos podemos detectar prácticamente todas las sustancias químicas volátiles examinadas hasta la fecha. Somos capaces de superar a roedores y perros en detectar determinados aromas y podemos seguirles la trayectoria. Los olores están presentes en los compañeros sexuales que escogemos y en nuestra capacidad para detectar miedo, ansiedad y agresión en otros. Y el olor permanece cosido al tejido de nuestros recuerdos; es habitual que la gente que sufre de trastorno de estrés postraumático tenga *flashbacks* olfativos.²

La nariz es un instrumento exquisitamente afinado. Su sentido olfativo es capaz de separar mezclas complejas en sus compuestos químicos de la misma manera que un prisma puede descomponer la luz blanca en sus



Trufa blanca del Piamonte, *Tuber magnatum*.

colores constitutivos. Para hacerlo, debe detectar la disposición precisa de átomos dentro de una molécula. La mostaza huele a mostaza por los vínculos entre nitrógeno, carbono y azufre. El pescado huele a pescado por los lazos entre nitrógeno e hidrógeno. Los vínculos entre carbono y nitrógeno huelen a metal y petróleo.³

La capacidad para detectar y reaccionar a sustancias químicas es una capacidad sensorial fundamental. La mayoría de organismos utiliza sus sentidos químicos para explorar y entender su entorno. Las plantas, hongos y animales emplean receptores similares para detectar sustancias químicas. Cuando las moléculas se adhieren a estos receptores, desencadenan una cascada de señales: una molécula desencadena un cambio celular, que desata un cambio mayor, y así sucesivamente. De esta manera, una causa, por pequeña que sea, puede propagar efectos mayores: la nariz humana puede detectar concentraciones muy bajas, de hasta 34000 moléculas en 1 cm², el equivalente a una sola gota de agua en 20000 piscinas olímpicas.⁴

Para que un animal perciba un olor, una molécula debe depositarse en su epitelio olfativo. En los seres humanos, es una membrana en la parte superior de la cavidad nasal. La molécula se adhiere a un receptor, y los nervios se activan. El cerebro se implica mientras identifica las sustancias químicas, o desata pensamientos y respuestas emocionales. Los hongos están equipados con otro tipo de órganos. No tienen nariz ni cerebro y toda su superficie se comporta como un epitelio olfativo. Una red de micelios es una gran membrana con sensibilidad a las sustancias químicas: una molécula puede adherirse a un receptor en cualquier parte de su superficie y desencadenar una cascada de señales que altera el comportamiento de los hongos.

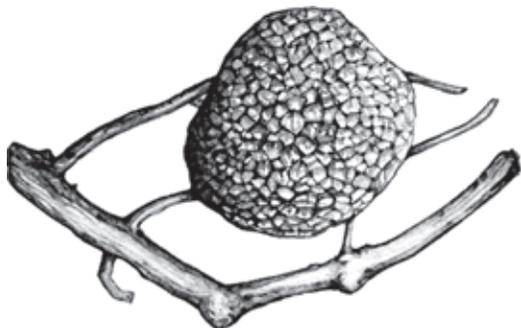
Los hongos viven inmersos en un campo nutrido de información química. Las trufas usan las sustancias químicas para avisar a los animales de que ya están listas para ser ingeridas; también las utilizan para comuni-

carse con las plantas, los animales y otros hongos –y consigo mismas–. No es posible entender los hongos sin explorar estos mundos sensoriales aunque nos sea difícil interpretarlos. Aunque quizá no importe, pues nosotros, como los hongos, nos pasamos casi toda nuestra vida atraídos por cosas. Sabemos qué significa ser atraídos o rechazados. Además, a través del olor, podemos participar en la conversación molecular que emplean para gestionar gran parte de su existencia.



En la historia de la humanidad, las trufas hace mucho tiempo que se han asociado con el sexo. La palabra «trufa», en muchos idiomas, se traduce como «testículo», o como «turmas de tierra» en castellano antiguo. Las trufas han evolucionado para embelesar a los animales porque sus vidas dependen de ello. Mientras hablaba con Charles Lefevre, un científico y productor de trufas en Oregón, sobre su trabajo con la trufa blanca de Périgord, me soltó: «Es divertido; mientras hablo contigo, me estoy “dando un baño” de aroma virtual de la *Tuber melanosporum*. Es como si una nube de su fragancia hubiera ocupado mi oficina, pero aquí, ahora mismo, no hay trufas. Según mi experiencia, estos *flashbacks* olfativos son habituales con las trufas, y hasta pueden incluir recuerdos visuales y emocionales».⁵

En Francia, san Antonio –el santo patrón de los objetos perdidos– es también el patrón de las trufas, y se celebran misas de la trufa en su honor. Los devotos poco pueden hacer por impedir la picaresca. Se tratan trufas baratas con colorante o potenciadores del sabor para venderlas como caras. Los valiosos bosques de trufas son el objetivo de los cazadores furtivos



Trufa negra de Périgord, *Tuber melanosporum*.

de trufas. Se roban perros truferos especialmente entrenados que cuestan miles de euros. Se desperdiga carne envenenada por los bosques para matar a los sabuesos de la competencia. En el 2010, el truficultor francés Laurent Rambaud mató a tiros a un ladrón de trufas que se coló en su huerto de trufas mientras hacía la ronda nocturna. Tras su arresto, 250 defensores se manifestaron para apoyar el derecho de Rambaud a defender su propiedad, hartos del aumento de robos de trufas y de perros truferos. El subdirector del sindicato de productores de trufas de Tricastin explicó en el periódico *La Provence* que había aconsejado a sus colegas que nunca patrullaran sus campos con un arma porque «la tentación es demasiado alta». Lefevre lo dejó claro: «Las trufas sacan el lado oscuro de las personas. Es como dinero depositado en el suelo, pero es perecedero y volátil».⁶

Las trufas no son los únicos hongos que atraen la atención de los animales. En la costa oeste de América del Norte, los osos derriban troncos y escarban zanjas para buscar los codiciados *matsutake*. Los cazadores de setas de Oregón han informado de alces con el hocico ensangrentado causado por su afán de buscar *matsutake* en ásperos suelos de piedra pómez. Algunas especies de orquídeas del bosque lluvioso tropical han desarrollado la facultad de imitar el olor, forma y color de las setas para atraer a las moscas amantes de las setas. Aunque las setas y otros cuerpos fructíferos son la parte visible de los hongos, el micelio también puede ser un señuelo. Un amigo que estudia insectos tropicales me mostró un vídeo con abejas de las orquídeas hacinándose alrededor de un orificio de un tronco en descomposición. Las abejas macho de las orquídeas recolectan aromas por doquier para crear un cóctel que utilizan a la hora de cortejar a las hembras. Son perfumistas. El apareamiento dura segundos pero dedican toda su vida adulta a recolectar y mezclar sus fragancias. Sin haber podido demostrar aún su hipótesis, mi amigo estaba convencidísimo de que las abejas cultivaban compuestos fúngicos para añadir a sus buqués. De hecho, las abejas de las orquídeas tienen fama de tener buen gusto por los compuestos químicos aromáticos, muchos de ellos producidos por hongos que descomponen la madera.⁷

Los seres humanos llevamos perfumes producidos por otros organismos y no es raro que incorporemos aromas fúngicos a nuestros propios rituales sexuales. La madera de agar, u *oudh*, es una infección de hongos en los árboles *Aquilaria* que se encuentran en la India y el sureste asiático y uno de los materiales puros más valiosos del mundo. Se utiliza para hacer una fragancia –con notas leñosas, a frutos secos húmedos, a miel oscura– que ha sido codiciada, al menos, desde la época del médico Dioscórides de la Antigua Grecia. El gramo del mejor *oudh* cuesta más que el oro o el platino

-100 000 US\$ el kilo- y la cosecha destructiva de árboles de *Aquilaria* en estado natural los ha llevado casi a la extinción.⁸

Théophile de Bordeu, médico francés del siglo XVIII, afirmó que cada organismo «no deja de despedir exhalaciones, un olor, emanaciones sobre su cuerpo... Estas emanaciones han conformado su estilo y comportamiento y son, en realidad, partes genuinas de sí mismo». La fragancia de una trufa y el perfume de una abeja de las orquídeas pueden circular más allá de la carne de cada organismo, pero estos campos de olor constituyen una parte de sus cuerpos químicos que se superponen entre sí como fantasmas en una discoteca.⁹

Me pasé unos minutos en la sala de pesaje de trufas, absorto entre fragancias. Mi ensoñación quedó interrumpida por mi anfitrión Tony, comerciante de trufas, que entró afanosamente con uno de sus clientes. Cerró la puerta tras él para evitar que escapara el olor. El cliente inspeccionó la pila de trufas de las balanzas y echó un vistazo a los cuencos con especímenes sin clasificar y sin limpiar dispersos sobre una mugrienta mesa de trabajo. Asintió con la cabeza a Tony, que ató las esquinas del paño. Salieron al jardín, se dieron la mano y el cliente se marchó en su elegante automóvil negro.

Había sido un verano seco y la recolecta de trufas había sido pobre, y eso quedaba reflejado en los precios. De comprárselas directamente a Tony, 1 kg costaría unos 2000 €. El mismo kilo en un mercado o restaurante podría costar 6000 €. En el 2007, una sola trufa de 1,5 kg se vendió en subasta por 165 000 £ -como los diamantes, el precio de las trufas aumenta no de manera lineal a su tamaño.¹⁰

Tony era educado pero tenía el punto fanfarrón de los hombres de negocios. Parecía sorprendido que yo quisiera acompañar a sus cazadores y no quería que me hiciera demasiadas ilusiones. «Claro que puedes ir con mis chicos, pero probablemente no encontréis nada. Y cuesta trabajo. Subirás y bajarás. Entre arbustos. Por el barro. Vadearás arroyos. ¿Son los únicos zapatos que tienes?» Le aseguré que no me importaba.

Los cazadores de trufas tienen su territorio, unas veces legal, y otras, no. Cuando llegué, Daniele y Paride, los dos cazadores de trufas, se estaban vistiendo con ropa de camuflaje. Les pregunté si les ayudaría a acercarse con sigilo a las trufas, y me respondieron sinceramente. Les permitía salir sin que les siguieran otros cazadores de trufas. Su tarea consiste en saber dónde buscar. Su conocimiento tiene valor y, como las trufas, puede ser robado.

Paride era el más simpático y salió a recibirme con *Kika*, su perra trufera favorita. Tenía cinco perros, de diferentes edades y nivel de entrenamiento,

unos especializados en trufas negras y otros en blancas. *Kika* era un amor, y Paride me la presentó con orgullo: «Mi perra es muy lista pero yo lo soy más». La raza de *Kika* –la Lagotto Romagnolo– es una de las más socorridas para salir a buscar trufas. Me llegaba a la rodilla y me recordaba a una trufa con esos tirabuzones desgreñados sobre los ojos. Es más, después de pasarme toda la mañana oliendo trufas, conociendo cachorritos de perros truferos, hablando de trufas, asistiendo a ventas de trufas y comiendo trufas, hasta las rocosas colinas ondulantes ya habían empezado a parecerme trufas. Paride me habló de las sutiles señales que él y *Kika* empleaban para comunicarse entre sí. Habían aprendido a leer e interpretar hasta el más mínimo cambio en el comportamiento del otro y podían coordinar sus movimientos casi en silencio absoluto. Las trufas habían desarrollado la facultad de comunicar su disposición a ser comidas a los animales. Los seres humanos y los perros habían desarrollado formas para transmitirse las insinuaciones químicas de las trufas.

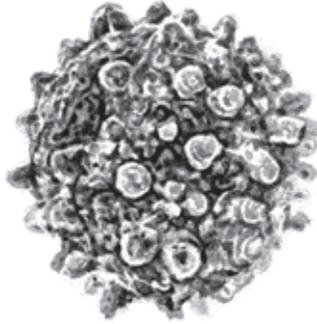
El aroma de una trufa es un atributo complejo y parece brotar de las relaciones que la trufa establece con su comunidad de microbios, y del suelo y clima en el que habita –su *terroir*–. Los cuerpos fructíferos de la trufa albergan prósperas comunidades de bacterias y hongos levaduriformes –entre un millón y mil millones de bacterias por gramo de peso seco–. Muchos organismos de los microbiomas de las trufas pueden producir los característicos complejos volátiles que participan en los aromas de las trufas, y probablemente el cóctel de sustancias químicas que llega a nuestra nariz es obra de más de un solo organismo.¹¹

La base química de la seducción de las trufas sigue sin conocerse. En 1981, un estudio publicado por investigadores alemanes descubría que las trufas blancas del Piamonte (*Tuber magnatum*) y las trufas negras de Périgord (*Tuber melanosporum*) desprendían androsterol, un esteroide de fragancia almizcleña, en cantidades nada desdeñables. En los cerdos, el androsterol funciona como una hormona sexual. Lo producen los machos y hace que las cerdas se coloquen en posición de monta. Este descubrimiento desencadenó la especulación de que el androstenol podría explicar las impresionantes aptitudes de las cerdas para encontrar trufas a gran profundidad en el suelo, pero un estudio publicado nueve años después puso en duda dicha posibilidad. Los investigadores enterraron trufas negras, un sintético con sabor a trufa y androstenol, a 5 cm de profundidad, y pusieron a prueba a un cerdo y a cinco perros, incluido el campeón del concurso de perros truferos del condado. Todos los animales detectaron las trufas reales y el sintético con sabor a trufa, pero ninguno halló el androstenol.¹²

En una nueva tanda de pruebas, los científicos restringieron la seducción de las trufas a una sola molécula, el sulfuro de dimetilo. Fue un estudio meticuloso pero era improbable que desvelara toda la verdad. El olor de una trufa está formado por multitud de moléculas diferentes en movimiento –más de un centenar en trufas blancas, y unas cincuenta en las otras especies más populares–. Estos elaborados buqués requieren de mucha energía y es improbable que hayan evolucionado a menos que tengan una finalidad. Y aún hay más, los animales tienen gustos diferentes. Desde luego, no todas las especies de trufas son atractivas para los seres humanos y algunas son incluso ligeramente venenosas. De las más de mil especies de trufas que hay en América del Norte, solo algunas, muy pocas, tienen interés culinario. Y ni siquiera estas interesan a todo el mundo. Tal y como me explicó Lefevre, a mucha gente le molesta el aroma de especies que son, por otro lado, muy valiosas. El olor de algunas especies es repulsivo. Me contó el caso de la *Gautieria*, un género que produce trufas con una pestilencia vomitiva –como a gas de cloaca o diarrea de bebé–. A sus perros les encanta, pero su mujer no deja que entre con ellas en casa, ni siquiera para fines taxonómicos.¹³

Sin embargo, las trufas se envuelven de capas de atracción: los seres humanos entrenan perros para encontrar trufas porque los cerdos se sienten tan atraídos por ellas que se las comen. Los restauradores de Nueva York y Tokio viajan a Italia para consolidar vínculos con comerciantes de trufas. Los exportadores han conseguido crear sofisticados sistemas de empaquetado para conservar las trufas en condiciones óptimas en los que se lavan, empaquetan, entregan en el aeropuerto, cruzan el planeta en avión, se recogen en otro aeropuerto, atraviesan aduanas, se vuelven a empaquetar y se distribuyen a los consumidores, todo en 48 horas. Las trufas, y las setas *matsutake*, deben llegar frescas al plato a los dos o tres días de su recogida. Los aromas de trufas se forman en un proceso activo de células vivas y metabolizantes. El olor de una trufa aumenta cuando sus esporas se desarrollan y su aroma cesa cuando sus células mueren. A diferencia de algunos tipos de setas, las trufas no se pueden probar una vez secas. Son químicamente locuaces, incluso vociferantes. Párese el metabolismo y se va a parar su olor. Por esta razón, en muchos restaurantes se ralla la trufa fresca sobre el plato delante del comensal. Hay pocos organismos tan ricos en persuadir a los seres humanos que se exporten con tanta urgencia.¹⁴

Nos apretujamos en el coche de Paride y llegamos a un valle por una estrecha carretera comarcal, entre los robledos amarillos y pardos que tapiza-



Espora de trufa.

ban las colinas. Paride hablaba del tiempo y bromeaba sobre el entrenamiento de perros y los pros y los contras de trabajar con un 'bandido' como Daniele. Al rato, torcimos por una pista de tierra y nos detuvimos. *Kika* salió del maletero de un salto, y caminamos por un prado hasta que nos adentramos en un bosque. Daniele ya había llegado, rondando clandestinamente con su perro. Nos contó que había otro cazador de trufas cerca y que debíamos guardar silencio. El perro de Daniele estaba desgredado y descuidado, con ramitas enredadas en sus rizos. No tenía nombre, aunque Paride había oído a Daniele llamarlo *Diavolo* por la mañana. A diferencia de *Kika*, que era cariñosa, *Diavolo* tenía una tendencia a morder y a gruñir. Paride me explicó el por qué. Mientras él entrenaba a sus perros como si fuera un juego, Daniele los entrenaba matándolos de hambre. «Fíjate», Paride señaló a *Diavolo*, «está desesperado, se está comiendo las bellotas». Charlaron un rato. Daniele le soltó que sus perros eran cazadores de trufas más eficaces que sus mimados y bien alimentados «animales domésticos», y Paride defendió la reformada escuela de entrenamiento de perros truferos, resumiéndolo de forma clara: «Daniele busca trufas de noche, y yo las busco de día. Él es una persona nerviosa y yo no. Su perro muerde, y el mío es cariñoso. Su perro está flaco, y el mío no. Él es malo, y yo soy bueno».

Y de repente, *Diavolo* salió disparado. Lo seguimos, Paride comentaba la jugada mientras le perseguíamos a toda prisa. «Quizá es una trufa. O un ratón. Sea lo que sea, el perro está contento». Encontramos a *Diavolo* escarbando y olisqueando a media cuesta de una colina embarrada. Daniele lo alcanzó y apartó las zarzas. Llegados a este punto, me explicó Paride, el cazador de trufas tiene que saber leer el lenguaje corporal del perro. Un meaneo de cola prometía trufas, una cola quieta sugería otra cosa. Si escarbaba con dos patas significaba trufas blancas, si lo hacía con una, trufas negras.

Era buena señal, y Daniele empezó a despejar el suelo con una herramienta de punta roma, y mientras ahondaba en el suelo, olía cada centímetro de tierra. Él y su perro se turnaban, aunque él no quitaba el ojo a *Diavolo* por si escarbaba demasiado fuerte. Paride nos sonrió: «Un perro hambriento se come la trufa».

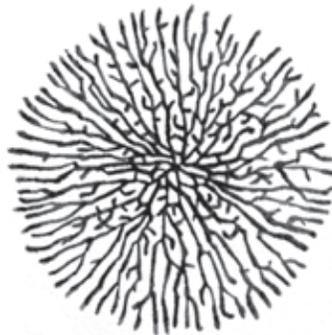
Y por fin, a 46 cm de la superficie, Daniele la encontró alojada en la tierra húmeda. Apartó el barro con sus dedos y un pequeño gancho de metal. El aroma de la trufa afloró, más intenso y saturado que en la sala de pesaje. Este era su hábitat natural, y su fragancia se fundió en orgánica armonía con la humedad del suelo y el desflecado de las hojas enmohecidas. En ese momento me imaginé siendo lo bastante sensible para notar el aroma de la trufa a cierta distancia, y lo bastante comprometido para dejarlo todo y perseguirlo. Al inspirar sus efluvios me acordé del pasaje de *Un mundo feliz* de Aldous Huxley donde describe el concierto de un órgano de fragancias, un instrumento capaz de dar recitales olfativos de la misma manera que lo haría un instrumento musical. Es un concepto fácilmente modificado por las trufas –órganos de aromas en otro sentido– que ejecutan, a su manera, *suites* de compuestos volátiles.

Había funcionado de maravilla. Aquí estábamos todos, despeinados y manchados de barro, de pie alrededor de una trufa. Había desencadenado una cascada de señales que había atraído a una *troupe* de animales: primero a un perro, después a un cazador de trufas, y luego a sus acompañantes más lentos. Cuando Daniele sacó la trufa, se hundió la tierra que la rodeaba. «¡Mira!», Paride apartó la tierra. «La casa de un ratón». No habíamos sido los primeros en llegar.

Cuando percibimos el aroma de una trufa, la emisión es unilateral, de la trufa al mundo. Comparativamente, el proceso es sin matices. Para atraer a un animal, el aroma tiene que ser curioso, y obviamente delicioso. Pero por encima de todo tiene que ser penetrante y fuerte. En realidad, no importa si sus esporas las disemina un jabalí o una ardilla voladora, entonces ¿para qué ser quisquilloso? La mayoría de animales hambrientos irá tras un aroma irresistible. Además, una trufa no cambia su aroma en función de quien le preste atención. Puede excitar pero no es excitable. Su señal se propaga alto y claro y, una vez ha empezado, nunca se apaga. Una trufa madura emite un inequívoco llamamiento químico en lengua franca, una fragancia de gusto masivo capaz de provocar que Daniele, Paride, dos perros, un ratón y un servidor converjan bajo un mismo zarzal de una ladera embarrada de Italia.

Las trufas –como muchos otros valiosos cuerpos fructíferos de los hongos– son los canales de comunicación menos sofisticados de dichos hongos. Buena parte de la vida de los hongos, incluido el desarrollo del micelio, depende de formas de seducción más sutiles. Hay dos pasos clave que dan las hifas de los hongos para convertirse en una red de micelio. Primero, se ramifican. Segundo, se fusionan. (El proceso por el que las hifas se unen entre sí se llama «anastomosis», que en griego significa «poner por la boca».) Si las hifas no pudieran ramificarse, una hifa nunca podría multiplicarse. Si estas no pudieran fusionarse entre sí, no podrían transformarse en redes complejas. Sin embargo, antes de unirse, las hifas deben encontrar otras hifas y atraerse, un fenómeno conocido como «autopersecución». La fusión entre hifas es la puntada de unión que hace que el micelio sea micelio, la acción más básica del tejido de una red. En este sentido, el micelio de cualquier hongo surge a partir de su capacidad para atraerse a sí mismo.¹⁵

Sin embargo, de igual modo que una determinada red de micelio es capaz de encontrarse a sí misma, también tiene la capacidad de hallar a otra. ¿De qué manera los hongos conservan una sensación de cuerpo sujeto a una revisión constante? Las hifas deben ser capaces de percibir si topan con una ramificación de sí mismas, o con otro hongo. Si topan con otro, deben ser capaces de percibir si es una especie diferente –potencialmente hostil– o un miembro de sí mismo sexualmente compatible, o ninguno. Algunos hongos tienen decenas de miles de identidades sexuales –tipos de compatibilidad sexual–, aproximadamente el equivalente a nuestros sexos (el récord lo posee el esquizófilo común, *Schizophyllum commune*, que tiene más de 23 000 identidades sexuales, cada una sexualmente compatible con



Micelio que crece hacia fuera a partir de una espora.
Redibujado desde Buller (1931).

prácticamente todas las otras). El micelio de muchos hongos puede fusionarse con otras redes de micelio si son bastante similares genéticamente, aunque no sean sexualmente compatibles. La identidad de los hongos importa pero no siempre es un mundo binario. El uno mismo puede ir ensombreciendo poco a poco a la otredad.¹⁶

La seducción es la base de muchos tipos de sexo fúngico, que incluye a los hongos de la trufa. Las trufas *per se* son el resultado de un encuentro sexual: para que un hongo de la trufa como el *Tuber melanosporum* dé fruto, las hifas de una red de micelios deben fusionarse con las de una red distinta pero sexualmente compatible, y compartir material genético. Durante buena parte de sus vidas, como redes de micelios, los hongos de la trufa viven como identidades sexuales independientes, ya sean «-» o «+» (según los parámetros de los hongos, sus vidas sexuales están claras). El sexo ocurre cuando una hifa «-» atrae y se fusiona con una hifa «+». Un individuo desempeña un papel paternal al aportar solo material genético. El otro juega un papel maternal al aportar material genético y crear la carne que madurará en trufas y esporas. Las trufas se distinguen de los seres humanos en que las identidades sexuales «+» y «-» pueden ser maternales o paternales; es como si todos los seres humanos fueran macho y hembra a la vez y fueran igual de capaces de desempeñar el papel de madre o padre, siempre y cuando podamos tener sexo con un individuo de identidad sexual opuesta. Aún se desconoce cómo se produce la atracción sexual entre hongos de la trufa. Los hongos estrechamente relacionados utilizan feromonas para atraer parejas, y los investigadores tienen la fuerte sospecha de que las trufas también usan feromonas sexuales para tal fin.¹⁷

Sin 'autopersecución' no habría micelio. Sin micelio, no podría haber atracción entre identidades sexuales «-» y «+». Sin atracción sexual no habría sexo. Y sin sexo no hay trufa. Sin embargo, las relaciones entre los hongos de la trufa y sus árboles asociados son igual de importantes, y sus interacciones químicas deben estar gestionadas cuidadosamente. Las hifas de los hongos jóvenes de la trufa morirán pronto a menos que encuentren una planta a la que asociarse. Las plantas deben dejar entrar en sus raíces a las especies de hongos que establezcan una relación mutuamente beneficiosa, y no una que las pueda dañar (hay muchas). Las hifas de los hongos y las raíces de las plantas se enfrentan al desafío de encontrarse unas con otras en medio del entusiasmo químico que reina bajo tierra, donde innumerables raíces, hongos y microbios se desenvuelven y se engranan.¹⁸

He aquí otro episodio de atracción y seducción, de llamada química y respuesta. La planta y el hongo se valen de sustancias químicas volátiles para atraerse entre sí, de la misma manera que las trufas cautivan a los

animales en el bosque. Las receptivas raíces de las plantas producen hilos de compuestos volátiles que transitan por el suelo y fabrican esporas para germinar e hifas para ramificarse y crecer más rápido. Los hongos producen hormonas para el crecimiento de la planta que manipulan las raíces, haciendo que proliferen las ramas plumíferas –a mayor zona superficial, mayores probabilidades hay de encuentro entre las cofias de las raíces y las hifas de los hongos–. (Muchos hongos producen hormonas vegetales y animales que alteran la fisiología de sus asociados.)¹⁹

Ha de cambiar algo más que la arquitectura de las raíces para que un hongo se adhiera a una planta. Como respuesta a los perfiles químicos característicos de cada uno, las cascadas de señales se propagan por las células de la planta y los hongos, activando una serie de genes. Ambos reorientan sus metabolismos y sus programas de desarrollo. Los hongos liberan sustancias químicas que suspenden las respuestas inmunológicas de sus plantas asociadas, sin las cuales no pueden acercarse lo bastante para formar estructuras simbióticas. Una vez establecidas, siguen apareciendo colaboraciones micorrízicas. Las conexiones entre hifas y raíces son dinámicas, formadas y reconstituidas a medida que las cofias de las raíces y las hifas de los hongos envejecen y mueren. Estas son relaciones que incesantemente se remodelan a sí mismas. Si uno pudiera colocar su epitelio olfativo en el suelo, sería como asistir al concierto de una banda de jazz, con los músicos escuchando, improvisando, contestándose entre sí a tiempo real.²⁰

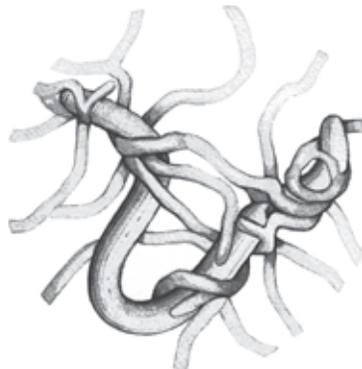
Las trufas blancas del Piamonte y otros codiciados hongos micorrízicos, como los hongos blancos, los rebozuelos y los *matsutake*, nunca han sido domesticados, en parte por la variabilidad de sus relaciones con las plantas y en parte por las complejidades de sus vidas sexuales. Nos faltan demasiados datos para entender cómo se comunican los hongos entre sí. Aunque se pueden cultivar algunas especies de trufas, como la negra de Périgord, la truficultura está en una fase embrionaria si se la compara con el venerable arte que rodea a la mayoría de esfuerzos agrícolas practicados por los seres humanos, e incluso el éxito de los agricultores estacionales puede variar mucho. En la New World Truffieres de Charles Lefevre, la proporción de plantas de semilleros que crecen con éxito con el micelio de la trufa negra de Périgord ronda el 30%. Un año, sin haber cambiado deliberadamente el método, consiguió el 100% del éxito. «¡Soy incapaz de reproducir ese resultado!», me comentó. «No tengo ni idea de lo que hice bien.»

Para cultivar trufas con eficacia, hay que entender las particularidades y necesidades no solo de los hongos –con sus idiosincrásicos sistemas de reproducción–, sino también de los árboles y bacterias con los que conviven. Además, se debe comprender la importancia de las variaciones sutiles que

se producen en el suelo, estación y clima que los rodea. «Es un campo intelectualmente estimulante porque es muy interdisciplinar», me comentó Ulf Büntgen, un profesor de geografía en Cambridge, y el primero en informar sobre la fructificación de una trufa negra de Périgord en las islas Británicas. «Es microbiología, fisiología, gestión de tierras, agricultura, silvicultura, ecología, economía y cambio climático. Hay que tomar una perspectiva holística, no queda otra.» Los asuntos de las trufas rápidamente se despliegan en ecosistemas enteros, y los científicos aún no consiguen comprenderlo.²¹

Para algunos, atraídos por la seducción química de los hongos, el resultado es más sencillo: la muerte.

Entre las proezas sensoriales más impresionantes están las que ejecutan los hongos depredadores que atrapan e ingieren gusanos nematodos. En todo el mundo se pueden encontrar cientos de especies de hongos nematófagos. La mayoría se pasan toda la vida descomponiendo materia orgánica, y solo empiezan a cazar cuando la materia orgánica escasea. Pero son depredadores sutiles: a diferencia de las trufas, cuyo aroma, una vez ha empezado, siempre permanece, los hongos nematófagos solo producen órganos para cazar gusanos y emiten una llamada química cuando notan a los nematodos cerca. Si hay mucho material orgánico en descomposición, ni se molestan, aunque esté infestado de gusanos. Para comportarse así, los hongos nematófagos deben tener una sensibilidad exquisita para detectar la presencia de gusanos. Todos los nematodos dependen del mismo tipo de molécula para atender a varios fines, desde regular su desarrollo a atraer parejas. A cambio, los hongos utilizan estas sustancias químicas para espiar a sus presas.²²



Gusano nematodo siendo devorado.

Los métodos utilizados por los hongos para cazar nematodos son horripilantes y diversos. Es un hábito que ha evolucionado un gran número de veces –muchos linajes de hongos han llegado a una conclusión similar pero de diferentes maneras–. Algunos hongos desarrollan redes adhesivas, o ramas a las que los nematodos se quedan pegados. Los hay que utilizan medios mecánicos, como desarrollar trampas hifales que se hinchan al mínimo contacto con la presa, atrapándola. Algunos, como la habitualmente cultivada seta ostra, *Pleurotus ostreatus*, producen tallos de hifas mojados por una sola gotita tóxica que paraliza a los nematodos, dando a la hifa el tiempo suficiente para crecer a través de sus bocas y digerir el gusano desde dentro. Otros producen esporas que pueden nadar por el suelo, con sustancias químicas que atraen a los nematodos, a los que se adhieren. Una vez adherido, las esporas brotan y el hongo arponea el gusano con hifas conocidas como «células cañón».²³

La caza fúngica de gusanos tiene un comportamiento variable: diferentes individuos de una especie determinada pueden responder de forma idiosincrásica, produciendo diferentes tipos de trampa, o colocando trampas de maneras peculiares. La especie *Arthrobotrys oligospora* se comporta como un descomponedor ‘normal’ cuando hay mucho material orgánico y, si hace falta, crea trampas para nematodos en su micelio. También puede enroscarse en el micelio de otros tipos de hongos, para matarlos de hambre, o desarrollar estructuras especiales para penetrar y alimentarse de las raíces de las plantas. Qué es lo que le hace escoger entre una u otra opción sigue siendo una incógnita.²⁴

¿Cómo deberíamos hablar de la comunicación de los hongos? En Italia, cuando nos amontonamos alrededor del agujero en la ladera embarrada, intenté imaginarme la escena desde el punto de vista de la trufa. Con la emoción, Paride nos ofreció una interpretación poética. «La trufa y su árbol son como amantes, o como marido y mujer», canturreó. Y añadió: «Si los hilos se rompen, no hay vuelta atrás. El vínculo desaparece para siempre. La trufa nació de la raíz de un árbol, protegida por la rosa silvestre». Hizo un ademán encarado a las zarzas. «Reside en su interior, protegida por los espinos cual Bella Durmiente que espera ser besada por el perro.»

El punto de vista científico predominante apunta que es un error imaginar que hay algo intencionado en la mayoría de interacciones no humanas. Los hongos de la trufa no expresan. No hablan. Como pasa con muchos animales y plantas de los que dependen, los hongos de la trufa reaccionan a su entorno de forma automática, basados en unos hábitos robóticos que

aprovechan al máximo sus posibilidades de supervivencia. En un fuerte contraste está la alegre experiencia de la vida humana, donde la cantidad de un estímulo fluye sin interrupciones hasta la calidad de sensación; donde los estímulos se sienten y desatan emociones.

Sin perder el equilibrio en la ladera embarrada, coloqué mis fosas nasales sobre el intenso terrón de hongos. No importa lo mucho que me costó reducir la trufa a un automatismo, siguió cobrando vida en mi cabeza.

Cuando se intentan entender las interacciones de organismos no humanos, es fácil fluctuar entre estas dos perspectivas: la del comportamiento inanimado de robots pre-programados por un lado, y la de la rica y viva experiencia humana por el otro. Enmarcados como organismos sin cerebro, que carecen del sistema básico requerido para tener la más mínima 'experiencia', las interacciones entre hongos no son más que respuestas automáticas a una serie de detonantes bioquímicos. Sin embargo, el micelio de los hongos de la trufa, como el de la mayoría de especies de hongos, nota su entorno y reacciona a él de formas impredecibles. Sus hifas son químicamente irritables, sensibles, excitables. Es esta capacidad de interpretar las emisiones químicas de otros lo que permite a los hongos acordar una serie de complejas relaciones de intercambio con los árboles, extraer lentamente las reservas de nutrientes del suelo, practicar sexo, cazar, o ahuyentar a los agresores.

Se suele pensar en el antropomorfismo como en una ilusión que aparece como una burbuja en las blandas mentes humanas: sin preparación, sin disciplina, sin dureza. Hay buenas razones para ello: al humanizar el mundo, nos curamos en salud para no entender las vidas de otros organismos en sus propios términos ¿Pero podría esta postura llevarnos a cosas que no tengamos en cuenta o incluso que olvidemos prestarles atención?²⁵

La bióloga Robin Wall Kimmerer, miembro de la Citizen Potawatomi Nation de las Grandes Planicies de Estados Unidos, observa que el idioma de los patawatomi tiene muchas formas verbales que atribuyen vida al mundo no humano. La palabra que utilizan para «colina», por ejemplo, es un verbo: «ser una montaña». Las colinas siempre están formándose, están siendo montañas de forma activa. Provistos de esta «gramática de *animizar*», pueden hablar de la vida de otros organismos sin reducirlos a una cosa inanimada, o tomar prestados conceptos que tradicionalmente se reservan a los seres humanos. Por el contrario, en inglés, escribe Kimmerer, no hay forma de reconocer la «sencilla existencia de otro ser vivo». Si no eres un *sujeto* humano, por defecto pasas a ser un *objeto* inanimado: una «mera cosa». Si se toma un concepto humano y se readapta para poder entender la vida de un organismo no humano, se caerá en la trampa del antropomor-

fismo. Al utilizar el «ello», se cosifica el organismo y se cae en otro tipo de trampa diferente.²⁶

Las realidades biológicas nunca son negras y blancas. ¿Por qué deberían ser así los relatos y metáforas que usamos para dar sentido al mundo –nuestras herramientas de investigación–? ¿Seremos capaces de ampliar algunos de nuestros conceptos, como que para hablar no siempre se necesita una boca, para oír quizá no siempre se precisen oídos y para interpretar no siempre se requiere de un sistema nervioso? ¿Somos capaces de hacerlo sin sofocar otras formas de vida con prejuicios y dobles sentidos?

Daniele envolvió la trufa y cuidadosamente llenó de tierra el agujero, recolocando la mata de zarzas sobre la tierra removida. Paride me explicó que era para no alterar la relación del hongo con las raíces de su árbol. Daniele dijo que era para impedir que otros cazadores de trufas siguieran nuestro rastro. Regresamos paseando por el campo. El aroma de la trufa había perdido intensidad para cuando llegamos al automóvil, y era incluso más débil cuando volvimos a la sala de pesaje. Me preguntaba qué aroma quedaría cuando se rallara sobre un plato en Los Ángeles.



Meses más tarde, en las colinas boscosas de las afueras de Eugene, Oregón, salí a buscar trufas con Charles Lefevre y *Dante*, su Lagotto Romagnolo. *Dante* es lo que Lefevre llama un perro de diversidad. Los perros de producción –como *Kika* y *Diavolo*– están entrenados para buscar especies concretas de trufas; en cambio, los perros de diversidad siguen la pista de cualquier cosa que huela interesante. Esto les permite encontrar especies de trufa que nunca han olido antes. Dicho esto, *Dante*, a veces, persigue cosas que no son trufas –por ejemplo, milpiés de olor acre–, aunque también ha desenterrado cuatro especies de trufa sin clasificar. Esto no es tan raro. Mike Castellano, un famoso experto en trufas que hasta tiene una especie que lleva su nombre –ha descrito dos nuevos órdenes, más de dos docenas de géneros nuevos y unas 200 especies nuevas de trufa–, informa de sus habituales descubrimientos de nuevas especies de trufa cuando las recoge en California, un recordatorio de cuánto nos queda por saber.

Mientras paseábamos entre abetos de Douglas y helechos de espada, Lefevre me explicó que los humanos han estado cultivando trufas sin saberlo durante siglos. Las trufas prosperan en los entornos alterados por seres humanos. En Europa, la producción de trufas se desplomó durante el siglo XX porque las tierras de los bosques gestionados donde crecen estos

hongos fueron taladas para la agricultura o abandonadas a su suerte para que crecieran bosques maduros. Ninguna es óptima para la producción de trufas. Para Lefevre, el renacimiento de la truficultura es emocionante porque es una manera de sacar provecho comercial de un territorio boscoso y de invertir capital privado en la restauración del medio ambiente. Para cultivar trufas, hay que plantar árboles. Hay que aceptar que el suelo está lleno de vida. No se pueden cultivar trufas sin pensar a nivel de ecosistema.

Dante zigzagueaba, olfateando. Lefevre me explicó la teoría de que el maná –el alimento providencial que alimentó a los israelitas durante su travesía por el desierto– fue en realidad la trufa del desierto, una exquisitez que sale sin previo aviso del suelo árido de casi todo Oriente Medio. Me confesó sus intentos fallidos por cultivar la esquiva trufa blanca, y lo poco que comprendemos su relación con sus árboles huésped. Pensé en las muchas maneras que los hongos tienen de reaccionar ante los entornos cambiantes y para encontrar nuevas formas de vivir con las plantas y animales de los que dependen.²⁷

De regreso en el bosque, mientras buscaba trufas, de nuevo intentaba encontrar un lenguaje para describir las vidas de estos organismos extraordinarios. Los perfumistas y catadores de vinos se valen de metáforas para detallar con exactitud las diferencias entre aromas. Una sustancia química pasa a ser «hierba recién cortada», «mango sudoroso», o «pomelo y sudor de caballo». Sin estas referencias seríamos incapaces de imaginarlo. El cis-3-hexenol huele a hierba recién cortada. El oxane huele a mango sudoroso. El gardamide huele a pomelo y sudor de caballo. Esto no quiere decir que el oxane sea mango sudoroso, sino que si yo te pasara un vial abierto seguramente reconocerías el olor. Al establecer un vínculo entre lenguaje humano y fragancia, también le añadimos una opinión y un prejuicio. Nuestras descripciones pervierten y deforman los fenómenos que describimos pero, a veces, es la única forma que tenemos para hablar de las características del mundo: para decir cómo son pero sin serlo. ¿Ocurre lo mismo cuando hablamos de otros organismos?²⁸

Reduciéndolo a la más mínima expresión no quedan muchas opciones. Quizá los hongos no tengan cerebro, pero sus muchas opciones implican decisiones. Sus volubles entornos conllevan improvisación. Sus juicios comportan errores. Ya sea en la respuesta de autopersecución de las hifas dentro de una red de micelios, en la atracción sexual entre dos hifas en redes separadas de micelios, en la fascinación necesaria entre una hifa micorrízica y una raíz de planta, o en la atracción fatal de un nematodo a una gotita fúngica tóxica, los hongos no paran de sentir e interpretar sus mundos, aunque nosotros no tengamos forma de saber *cómo* siente o interpreta una

hifa. Quizá no sea tan descabellado pensar que los hongos se comunican entre sí con un vocabulario químico, organizado y reorganizado para que otros organismos lo puedan interpretar, sean estos nematodos, una raíz de árbol, un perro trufero o un restaurador de Nueva York. A veces –como pasa con las trufas– estas moléculas quizá se convierten en un idioma químico que nosotros, a nuestro modo, podemos comprender, aunque la inmensa mayoría siempre pasarán por encima de nuestras cabezas o por debajo de nuestros pies, sin enterarnos.

Dante empezó a escarbar frenéticamente. «Parece una trufa», dijo Lefevre al leer el lenguaje corporal del perro, «pero está honda». Le pregunté si alguna vez le preocupaba que *Dante* se hiciera daño en el hocico o las patas al escarbar con tanta intensidad. «Ah, sigue haciéndose daño en sus almohadillas», reconoció Lefevre, «le voy a tener que comprar unas botitas». *Dante* resopló y escarbó, pero no sirvió de nada. «Me siento fatal cuando no recompensó sus esfuerzos si no tiene éxito», Lefevre se agachó y despeinó sus rizos, «pero aún no he dado con ninguna chuche que le guste más que una trufa. No hay nada como las trufas». Me sonrió, y añadió: «Para *Dante*, Dios vive bajo tierra».