

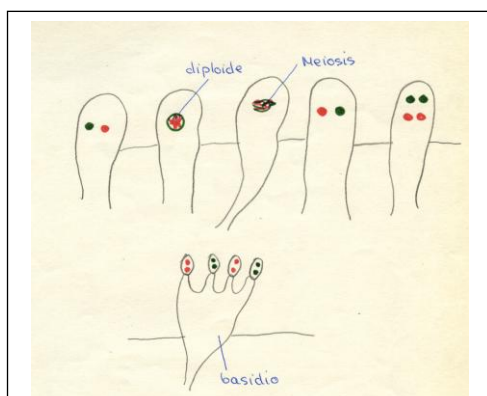
## Capítulo 36

### Y yo quiero ser...Micóloga

(Por María P. Martín)

[Volver Índice](#)

Cuando era estudiante de primero de BUP (Bachillerato Unificado Polivalente), tuve uno de los mejores regalos que una adolescente puede tener: un profesor entusiasta que disfruta enseñando, en mi caso, mi profesora de ciencias naturales. Neus Lloveras había sido discípula de Rosa Sensat, una educadora catalana, que en las primeras décadas del siglo XX introdujo en España modernas teorías pedagógicas, como una escuela al aire libre (Escuela del Bosque). Y, desde luego, en mi profesora todos notábamos, no sólo un profundo conocimiento de la materia, sino un estilo peculiar con el que nos transmitía la curiosidad por el mundo que nos rodeaba. Sin duda, fue ella la que puso la primera semilla para que germinara, más tarde, mi vocación científica. En el laboratorio del Instituto Torres i Bages de Hospitalet de Llobregat (Barcelona) realizábamos numerosas clases prácticas, muchas de ellas se repiten en la actualidad en las aulas de ESO. En las excursiones, llevábamos libretas y otros materiales ya que, en grupos, recopilábamos datos sobre la flora, la fauna o el suelo de una zona determinada. Después, cada grupo elaboraba, por ejemplo, un herbario, una colección de insectos, un mural, etc.; el trabajo final dependía de las habilidades individuales y de la interacción del grupo. Pasadas unas semanas, en el aula o en el patio del instituto, cuando hacía buen tiempo, exponíamos, aunque sin los medios audiovisuales actuales, de forma interactiva los trabajos. Para completar los



*Fig. 1. Esquema de la formación de un basidio, tras visualizar la película del ciclo reproductor de un basidiomicota.*

*M.P.Martín, 3-11-1978.*

temarios oficiales que, en muchas ocasiones, eran difíciles de digerir, en el aula veíamos documentales de la BBC. Los temas eran muy variados y, aunque no recuerdo los títulos exactos, no serían muy diferentes de “La vida de los calamares”, “¿Qué son los hongos?”, “El descubrimiento de la penicilina”, o “La vida de Marie Curie”. Sus clases eran sin duda enriquecedoras (Fig. 1). Con 15 años no sabía que sería científica, pero estaba segura de que quería ser bióloga. Más tarde, en la licenciatura me decanté por la rama de Botánica y, a través del libro Alexopoulos (1966) [1] y las diapositivas que el Prof. Xavier Llimona nos pasaba en las clases de Criptogamia empecé a descubrir el megadiverso mundo de los hongos. Me he especializado en micología, la

ciencia que estudia los hongos, y mi investigación se centra en descubrir y describir su diversidad mediante caracteres morfológicos, fisiológicos y moleculares, analizar la variabilidad genética de las especies y establecer las relaciones filogenéticas entre ellas.

## Pero, ¿qué son los hongos?

Una de las definiciones más completas sobre qué son los hongos se encuentra en Telleria (2011) [2]: “*Los hongos son seres eucariotas y heterótrofos que se alimentan por absorción, se reproducen por esporas de origen tanto sexual como asexual y, por lo general, presentan estructuras somáticas filamentosas, provistas de paredes celulares; estructuras que, individualmente, llamamos hifas y, en su conjunto, micelio*”. Son eucarióticos, ya que sus células poseen núcleos verdaderos, donde están encerrados los cromosomas; lo que los diferencia de los procariotas, como las bacterias, cuyo ADN está disperso en el citoplasma; y son heterótrofos (del griego ἕτερος, heteros, “otro, desigual, diferente”, y τροφή, trofo, “nutrición”), ya que se alimentan con las sustancias orgánicas sintetizadas por otros organismos, en contraste con los autótrofos, como las plantas, que sintetizan las sustancias esenciales para su organismo a partir de sustancias inorgánicas y una fuente de energía que suele ser la luz. Organismos eucarióticos y heterótrofos, además de los hongos, son los animales; sin embargo, mientras que los animales para nutrirnos, ingerimos primero y digerimos después, los hongos lo hacen al contrario: primero digieren el alimento en el medio externo mediante enzimas que liberan, y luego lo absorben a través de sus paredes y membranas celulares. Este modo de alimentación típico de los hongos se conoce como lisotrofia; y gracias a las enzimas los hongos pueden digerir moléculas complejas y prácticamente insolubles (carbohidratos, proteínas, lípidos, etc.) transformándolas en nutrientes simples y solubles. Antes del desarrollo de los análisis moleculares del ADN, se clasificaba a los hongos en el reino Vegetal, ya que producen esporas. Sin embargo, en la actualidad sabemos que son un grupo de organismos más cercanos al reino Animal que al de las plantas, y constituyen un grupo monofilético propio (comparten un ancestro común), el reino Fungi.

## ¿Por qué me especialicé en micología?

Los hongos presentan una gran y, muchas veces, sorprendente variabilidad morfológica, y esto, junto a las pocas especies que se conocen, unas 120.000 especies frente al millón y medio que se calcula existen en la tierra, fue lo que me atrajo de ellos. Es muy probable que los primeros hongos aparecieran antes que las primeras plantas terrestres, y más tarde se asociaran con ellas formando micorrizas (simbiosis entre las hifas de un hongo y las raíces de una planta). Con esta asociación, las plantas conseguían, como ahora, el agua y las sales minerales que les aportaba el hongo, lo que permitió su extensión en una Tierra, por aquella época todavía hostil. Al menos, así lo corroboran las hifas y esporas fosilizadas que se han encontrado en estratos de 460 millones de antigüedad (período Ordovícico) en Wisconsin (Redecker et al. 2000 [3]). En el Ordovícico, las plantas eran muy pequeñas, como *Aglaophyton major* que presentaba un rizoma (tallo subterráneo) del que sobresalían tallos aéreos de unos 15 cm de altura; es en fósiles de *A. major* donde se han encontrado esporas e hifas que recuerdan a los Glomales, hongos actuales que forman micorrizas arbusculares con numerosas plantas. Aunque la clasificación de los hongos no es definitiva, se consideran 8 grupos monofiléticos (un ancestro común): 1) los **Chytridiomycota** son, en general, acuáticos y presentan esporas móviles, muchos son parásitos de plantas e insectos. La especie *Batrachochytrium dendrobatidis* es considerada una de las responsables del declive global de la población de anfibios; 2) los **Neocallimastigomycota** son anaerobios facultativos, no tienen mitocondrias sino hidrogenosomas, y viven, por ejemplo, en el aparato digestivo de los herbívoros; 3) los **Blastoladiomycota** son saprófitos o parásitos de algas y larvas de insectos; 4) los **Microsporidia** son

unicelulares y parasitan animales; 5) los **Zygomycota** presentan unas hifas sin septos transversales (sifonadas), forman parte de los llamados mohos de crecimiento rápido, y unos grupos parasitan insectos y artrópodos; 6) los **Glomeromycota** que forman una simbiosis especial con raíces de plantas vasculares, las micorrizas de tipo arbuscular, en las que el hongo penetra en las células corticales de las raíces de las plantas; 7) los **Ascomycotas**, el grupo más amplio y diverso de hongos, entre los que se encuentran organismos microscópicos tan conocidos como *Saccharomyces cerevisiae* (la levadura de la cerveza) o el *Penicillium notatum* (hongo aislado por Fleming y del que se obtenía penicilina), y otros casi desconocidos parásitos de insectos (laboulbeniomicetes). A este grupo pertenecen también, por ejemplo, las preciadas trufas; y, 8) los **Basidiomicotas**, entre los que se encuentran las royas y los carbones, parásitos obligados de plantas vasculares, o las levaduras del género *Malassezia*, que causan una enfermedad de la piel denominada pitiriasis versicolor; también, numerosos hongos que producen basidiomas en forma de seta, algunas de ellas comestibles. Yo empecé estudiando un grupo de basidiomicotas cuyos cuerpos fructíferos (basidiomas), en general globosos cuando son jóvenes, tienen un desarrollo angiocárpico (permanecen cerrados hasta que maduran las esporas). Estos hongos se incluían en la clase Gasteromycetes. Sin embargo, los estudios moleculares han confirmado que la naturaleza angiocárpica ha surgido en numerosas ocasiones a lo largo de la evolución de los hongos, en distintos órdenes de Agaricomycotina (Agaricales, Boletales, Geastrales, Gomphales, Phallales, Russulales), por lo que no proceden de un antepasado común (grupo polifilético), y, por tanto, la clase Gasteromycetes, como clase artificial que es, está obsoleta. En la actualidad, nos referimos a estos basidiomicotas como “hongos gasteroides”. Estos hongos presentan una gran diversidad de basidiomas y se considera que el tipo de desarrollo de estos hongos es una adaptación a climas áridos. En el Real Jardín Botánico-CSIC, formo parte del grupo de investigación que estudia los hongos corticioides, incluidos tradicionalmente en los Aphyllorphorales s. auct., y en la actualidad en varios órdenes de Agaricomycetes (Basidiomycota), entre ellos, Atheliales, Boletales, Corticiales, Hymenochaetales y Trechisporales. Estos hongos son, como los gasteroides, un grupo artificial polifilético, ya que no proceden de un antepasado común; presentan la morfología de su basidioma resupinada o efuso-refleja, como una costra sobre el sustrato, y comparten un mismo nicho ecológico, la madera muerta en distintos grados de descomposición. Se conocen de todas las regiones del planeta, a excepción de los polos y se consideran organismos clave para interpretar la evolución de los basidiomicota. Como en otros hongos, la delimitación de sus especies se ha basado tradicionalmente en el análisis de caracteres de sus basidiomas (macro y micromorfológicos); sin embargo, con las herramientas moleculares se ha podido demostrar que especies de amplia distribución, corresponden a un complejo de varias especies crípticas (misma morfología), con rangos de distribución restringido. En el proyecto que estamos trabajando en los últimos años “El cosmopolitismo en hongos corticioides, una visión desde la América austral”, queremos contestar a las siguientes preguntas ¿son los hongos corticioides australes mayoritariamente cosmopolitas como tradicionalmente se ha supuesto para este grupo de organismos?, o por el contrario, ¿están éstos sujetos a algunos de los patrones que rigen la distribución del resto de los organismos? Como los hongos corticioides del hemisferio norte están bastante bien estudiados, para contestar a estas preguntas lo primero que hemos hecho es muestrear en diversas zonas de Chile, así como obtener especímenes de diferentes herbarios mundiales. Ahora tenemos miles de muestras para estudiar, describir y darles un nombre (sistema binomial de nomenclatura). Estos datos nos ayudarán a comprender e interpretar los patrones que rigen la distribución de las especies en ambos hemisferios y a completar, con la descripción de especies nuevas, el catálogo de la vida.

## ¿Cómo descubrimos y describimos las especies?

Los micólogos, descubrimos y describimos las especies de hongos, mediante caracteres morfológicos, tanto macroscópicos (ej. forma, tamaño y color del basidioma y del himenio), como microscópicos (ej. forma y tamaño de los basidios, forma y tamaño de las esporas); y, desde la llegada de las herramientas moleculares, mediante el análisis de distintas regiones del genoma (ADN de un organismo). En particular, para la identificación de las especies, utilizamos la herramienta conocida como el código de barras de ADN, que se basa en confrontar el fragmento de ADN (*barcode*) de una muestra desconocida, con una o más secuencias de muestras bien identificadas; lo que permite la identificación rápida, para los investigadores que lo necesiten (Fig. 2). Cada especie se identifica por su ADN-*barcode*, de forma similar a como un código de barras de líneas negras permite identificar un producto determinado en un supermercado. Esta herramienta es especialmente útil, para la identificación de organismos poco visibles, o con pocos caracteres morfológicos para su identificación, tales como los hongos. En muchas ocasiones, en el sustrato (por ejemplo, suelo o restos vegetales) solo aparecen las partes vegetativas -las hifas, que forman el micelio-, que tienen un aspecto más o menos idéntico en el microscopio, por lo que no se puede llegar a conocer la especie solo por los caracteres morfológicos.

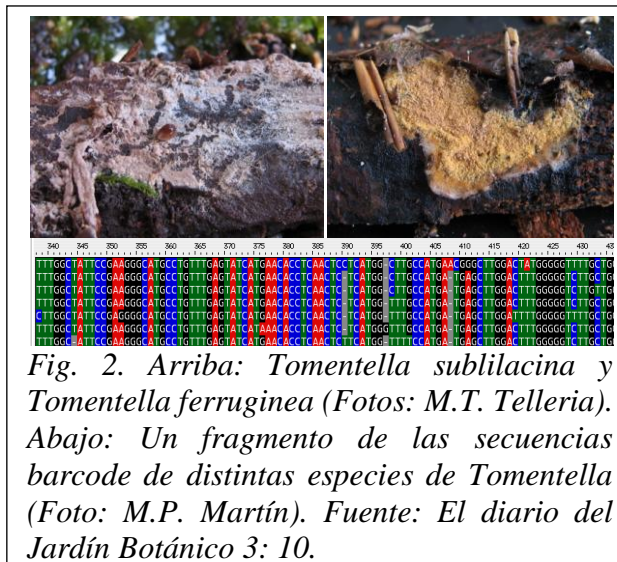


Fig. 2. Arriba: *Tomentella sublilacina* y *Tomentella ferruginea* (Fotos: M.T. Telleria). Abajo: Un fragmento de las secuencias *barcode* de distintas especies de *Tomentella* (Foto: M.P. Martín). Fuente: *El diario del Jardín Botánico* 3: 10.

### A modo de conclusión

Mis colegas micólogos verán que en estas breves páginas, no he reunido todos los temas que la micología abarca; sin embargo, espero que en algunos de los lectores más jóvenes haya surgido una chispa de curiosidad para acercarse a una ciencia que puede llevarles a explorar lugares exóticos o poco conocidos, como me ha llevado a mí, por ejemplo, a Brasil, a Cabo Verde, o a la Patagonia Chilena; o a aprender diferentes métodos de identificación (microscopía, técnicas de ADN, etc.), para seguir descubriendo y describiendo la diversidad de hongos. La micología es mucho más que recolectar en el campo setas (basidiomas) para consumir. Descúbrela!

#### Referencias:

- [1] Alexopoulos CJ. 1966. Introducción a la micología. Edt. EUDEBA, Buenos Aires. 615 pp.
- [2] Telleria MT. 2011. Los hongos. Vol. 22 de ¿Qué sabemos de...? Editor CSIC, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, 126 pp. ISBN 840009316X, ISBN 9788400093167
- [3] Redecker D, Kodner R, Graham LE. 2000. Glomalean fungi from the Ordovician. *Science* 289: 1920-1921.

[Volver Índice](#)

**María P. Martín Esteban**

Doctora en Botánica

Investigadora Científica de OPIs, Real Jardín Botánico, CSIC