

Comunicación

Mundo Fungi. Las colonizaciones de un reino dual con categoría propia

Mühlmann, Susana Isabel

susanamul@hotmail.com

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Centro de Investigación Hábitat y Energía (CIHE FADU UBA). Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina

Línea temática 1. Categorías y enfoques (teoría y praxis)

Palabras clave

Hongos, Construcción, Micelio, Ambiente, Salud

Resumen

Tradicionalmente se aprende que en la Naturaleza hay tres Reinos, al Animal, el Vegetal y el Mineral. Los hongos, que no hacen fotosíntesis ni producen savia, proliferan en los tres reinos sin pertenecer a ninguno, comparten características de las plantas y de los animales, y se reproducen a través de esporas, ¿a qué reino pertenecen? ¿Cómo se clasifican? ¿Qué categoría les corresponde? Fuera del ámbito científico, el panorama resulta tan confuso como misterioso.

En la construcción, la sola mención de una potencial proliferación de hongos ambientales enciende alarmas debido a que remite directamente a contaminantes nocivos para la salud humana, enemigos acérrimos del sistema respiratorio, amén de arruinadores de pinturas, revoques, madera, textiles y demás.

Por otro lado, investigaciones actuales dan cuenta de nuevos materiales y elementos producidos a partir del cultivo de hongos, particularmente del micelio sin, hasta el momento, impactos negativos en ambiente ni en salud. ¿Las dos caras de una misma moneda?

Pero el alcance de los hongos es mucho más amplio y abarcativo, desde estrellas de la gastronomía, remedios para la cura de infecciones y componentes clave de rituales ancestrales, hasta fuente de inspiración de las más variadas expresiones literarias, cinematográficas, de las artes plásticas, gráficas y de la moda. Veneno y deleite en paralelo, el carácter dual de los hongos y sus efectos emerge en todo tipo de manifestaciones.

Retomando el enfoque científico, recientes revisiones exponen un reposicionamiento de los hongos, elevándolos a la categoría de Reino, a la par de los otros tres: el Reino Fungi. En la misma línea, la reclasificación se extiende al lenguaje, estableciendo a los reinos vivos y regenerables como Flora, Fauna y Funga. Esta reivindicación, además, ya se refleja en el campo del diseño, en relación directa con carreras que se estudian en esta y otras facultades.

La aplicación de medidas para prevenir o tratar crecimientos fúngicos en edificios o encarar el fascinante mundo de las posibilidades de los derivados del micelio como uno de los materiales del futuro, amerita extender la mirada, observar a los hongos en todas sus facetas e indagar en cómo han influido en tantas disciplinas.

Encuadrado en una tesis doctoral sobre impacto en ambiente y salud de los materiales y en un proyecto de investigación sobre materiales cultivables, este trabajo presenta un panorama de extraordinaria versatilidad en el que los hongos reinan, conformando, más allá de una categoría, un mundo propio.

Introducción

Los hongos están por todas partes. Se los encuentra en los lugares más insólitos y se expanden a una velocidad asombrosa. “Se reproducen como si fueran hongos”, es la frase típica acuñada desde la infancia, referida por lo general, peyorativamente a la aparición y multiplicación descontrolada de algo no deseado. Por otro lado, se los asocia con manjares exquisitos, con hadas y duendes, con la literatura, con la música, con el cine, con la imaginación. ¿Cómo puede un mismo tipo de organismo estar simultáneamente del lado de la belleza y de la fealdad, de la atracción y del rechazo, de la salud y de la muerte? ¿Son las dos caras de una misma moneda, que casi en un sentido bíblico, reflejan el bien y el mal? Tal vez, el origen esté en su históricamente intrínseca indefinición dentro de la naturaleza:

Tienen la capacidad de proliferar en los reinos animal, vegetal y mineral sin pertenecer a ninguno. Todos los hongos comparten características de las plantas y de los animales, por lo que no es posible encuadrarlos en el reino vegetal ni en el animal (Otero, 2020).

Según el Instituto de Estudios Superiores en Gastronomía en México:

Su clasificación es compleja pues son organismos diversos con características difíciles de definir, pues hay científicos que los han segregado del reino vegetal y colocado en uno llamado el fungi, pero existen cuatro grupos bien definidos: hongos productores de esporas natatorias, hongos con saco, champiñones o setas y los mohos negros, entre otros. Los hongos están compuestos por células con núcleo y necesitan de otros seres vivos para obtener su alimento (Romero, 2020).

Según investigaciones del CONICET:

Cada día cobra mayor aceptación la propuesta de denominar *funga* a la diversidad de especies de hongos que habitan una zona determinada, como una categoría equivalente a flora y fauna. Francisco Kuhar, científico del Conicet, expresa que *hasta el momento, se la llamaba mycobiota o mycoflora, un término muy técnico que no se enseña en la escuela. Nunca va a pegar flora, fauna y mycobiota*. El cambio de denominación también obedece a que *en las leyes de protección y financiamiento de las investigaciones se pueda incorporar la funga porque en los programas se habla solo de flora y fauna*. La aceptación fue tan grande y tan veloz que ya hay propuestas de legislación en países como EEUU o para la nueva Constitución chilena. Muchas universidades del mundo cambiaron sus portales e incorporaron la palabra *funga* con igual estatus que flora y fauna (Villani, 2022).

Trascendiendo clasificaciones, con su aliada incondicional, el agua, fuente de vida, los hongos encuentran su hábitat en materia orgánica e inorgánica y, conquistando imparablemente todo lo que encuentran a su paso, conforman su propia categoría, tan valorada como temida: **el Mundo Fungi, un reino dual**.

Los Mundos del Mundo Fungi

No son objetivos del reino fungi agrandar, gustar, dañar o matar. Su misión es mucho más trascendente, es la de reciclar, volver a la tierra todo lo que sea susceptible de convertirse en nutriente para el renacimiento, para la nueva vida. Su tarea es un paso insoslayable en el ciclo virtuoso de la naturaleza. Las clasificaciones y atributos provienen de los humanos, particularmente, de sus placeres y vulnerabilidades. En la naturaleza, los hongos solo hacen su trabajo: colonizan, degradan, transforman y nutren, en armonía con el resto de las especies, salvo la humana. De los efectos en su organismo surge la finísima diferencia entre hongos comestibles y venenosos. Conocerla lleva al éxtasis gustativo. No conocerla, es letal. El reino fungi es un permanente vergel para el desarrollo de habilidades en visiones contrapuestas. El inofensivo deleite de paladar una tarta de champignons (Fig. 1) corre por el carril paralelo en el que un plato exquisito alberga una *amanita phalloides*¹ (Fig. 1) que conduce a un asesinato, fuente de inspiración para una novela policial, un film noir y la más cruda prensa amarillista. Una combinación de artes alimentada, literalmente, por el reino fungi.

*El Mundo Fungi, el amor y la Haute Couture*²

Entre las colonizaciones más habituales del reino fungi, está el cine. En 2017 se estrenó *El Hilo Fantasma*³, dirigida por Paul Thomas Anderson. Ambientada en los años 50, Reynolds Woodcock (Daniel Day-Lewis) es un diseñador de la alta sociedad londinense, cuyo carisma se corresponde con su personalidad obsesiva y controladora. Por accidente conoce a Alma, su musa, quien disfruta colaborado con su trabajo. Al poco tiempo él se muestra distante, difícil de complacer y comienzan a discutir. Alma toma represalias envenenando el té de Reynolds con hongos silvestres recolectados fuera de su casa de campo. Elaborando un vestido de novia, Reynolds se enferma gravemente, alucina y Alma lo cuida hasta que recupera la salud. Repuesto, Reynolds le pide a Alma que se case con él, sin embargo, después de su luna de miel, reanudan las discusiones. En la última escena, Alma prepara una tortilla envenenada y mientras él come, le dice que lo quiere débil y vulnerable para que solo ella pueda cuidarlo. Reynolds termina el plato y le dice que lo bese (Variety Insight, 2017). En la película, nominada a seis premios Oscar, con los hongos como protagonistas silenciosos (Fig. 1), *la comida se usa como arma en una lucha por el control. Las escenas gastronómicas resultan tan seductoras como*

¹ Hongo silvestre venenoso conocido en Córdoba, donde crece en forma silvestre, como “el hongo de la muerte”, que crece en bosques de pinos y robles y se lo suele confundir con los champiñones y otros hongos comestibles (Ciencias biomédicas, 2020)

² En castellano: Alta Costura

³ Traducción de su título original en inglés: *Phantom Thread*

sinistras (Diamond, 2018) en una muestra más de la dualidad natural del reino fungi.

Figura 1. Hongos comestibles y venenosos, y su protagonismo en el cine



Agaricus arvensis - hongos comestibles.
Foto © José A. Muñoz Sánchez



©José A. Muñoz Sánchez
Amanita phalloides - hongos venenosos.
Foto © José A. Muñoz Sánchez



Paxillus involutus - hongos venenosos.
Foto © José A. Muñoz Sánchez



Chlorophyllum molybdites - hongos venenosos
Foto © José A. Muñoz Sánchez



Escenas del film "El hilo del fantasma". Fotos © Olga Inoue

Comparación fotográfica y secuencia filmica de los hongos en la gastronomía.

El Mundo Fungi en el jardín, la huerta y la temporada de verano

La naturaleza también son los cuerpos humanos y las especies vegetales, donde la presencia de hongos en huertas, jardines (Fig. 2) y piscinas, es un estorbo. El hongo del género *Fumagina* causa la enfermedad denominada *negrilla* (Fig. 2), polvo seco de color negro sobre hojas y frutos, provocado por pulgones, cochinillas y moscas blancas, que excretan una sustancia rica en azúcares sobre la que se asienta el hongo (Alm, 2020). El *pie de atleta* es una infección micótica que afecta los pliegues interdigitales y la planta del pie (Podoactiva, 2020).

El Mundo Fungi en la salud y en la enfermedad

Pero así como el reino fungi quebranta y aniquila, también cura. Prueba de ello es el *penicillium chrysogenum* o *notatum* (Fig. 2), cuyos efectos antibióticos y propiedades bactericidas descubrió el Dr. Alexander Flemming en 1928 (Hare, 1970). En 1935, los Dres. Howard W. Florey y Ernst B. Chain investigaron la penicilina, cuyo resultado fue la creación de un método para producir el fármaco en masa para el tratamiento de infecciones bacterianas que, hasta el día de hoy, salva millones de vidas. En 1945, los tres científicos recibieron el Premio Nobel de Fisiología y Medicina (López Trica, 2019). Una diferencia básica con los hongos relacionados con la gastronomía, las plantas y el cuerpo humano, es que mientras estos surgen espontáneamente en hábitats naturales, el *penicillium* medicinal, se cultiva:

El descubrimiento de la penicilina, según Fleming, ocurrió en la mañana del viernes 28 de septiembre de 1928, cuando estaba estudiando cultivos bacterianos de *staphylococcus aureus* en el sótano del laboratorio del Hospital St. Mary en Londres. Tras regresar de un mes de vacaciones, observó que muchos cultivos estaban contaminados y los tiró a una bandeja de lysol. Afortunadamente, recibió una visita de un antiguo compañero y, al enseñarle lo que estaba haciendo con alguna de las placas que aún no habían sido lavadas, se dio cuenta de que en una de ellas, alrededor del hongo contaminante, se había creado un halo de transparencia, lo que indicaba destrucción celular. La observación inmediata fue que se trataba de una sustancia difusible procedente del contaminante. Posteriormente aisló y cultivó el hongo en una placa en la que disponía radialmente varios microorganismos comprobando cuáles eran sensibles. La identificación del espécimen como *penicillium notatum* la realizó Charles Thom (Acuña, 2002).

Paradójicamente, el *penicillium* (Fig.2), el *cladosporium*, la *alternaria*, el *aspergillus*, el *stachybotrys* y el *chaetomium* (Fig. 5), se clasifican como hongos ambientales que es necesario eliminar debido a comprobaciones científicas de sus efectos negativos en la salud humana (Otero y Chamorro, 2020). Fiel a su dualidad primigenia, el preciado *penicillium* es, simultáneamente, Caín y Abel.

Figura 2. Hongos plaga en el jardín y en la huerta, y hongos productores de antibióticos



Sclerotinia sclerotiorum o podredumbre blanca
Foto © Mónica Sánchez



Erysiphales o lama, mildiú polvoriento, ceniza
Foto © Mark Turner/Getty Images



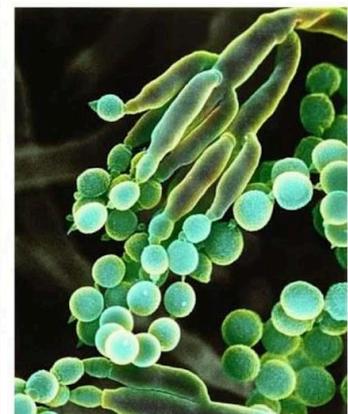
Fumagina, negrilla en hojas. Foto © Jardinería.com



Sclerotinia sclerotiorum en frijol. Foto © Jardinería.com



Penicillium notatum. Fotos © Carlo Bevilacqua



Cuatro variedades de hongos dañinos en especies vegetales y otro, simultáneamente dañino en el ambiente y medicinal en la salud humana. *El Mundo Fungi en las artes y en los juegos de la mente*⁴

Retomando las colonizaciones del reino fungi, su incursión en la literatura y el cine no se limita a sus propiedades tóxico-venenosas. Se enraiza con culturas en las que los hongos forman parte de rituales ancestrales de muy larga data y extenso campo de investigación. Los más cercanos en el tiempo refieren al escritor británico Aldous Huxley (1894-1963), cuya novela distópica *Un mundo feliz*⁵ (Huxley, 1932) menciona una sustancia llamada *soma* que al ser ingerida evoca una sensación *eufórica, narcótica, agradablemente alucinante*, presagiando con décadas de anticipación, los efectos producidos en el estado de ánimo por los psicodélicos⁶. La publicación de *Las puertas de la percepción*⁷ (Huxley, 1953), basada en un poema de William Blake (1757-1827), *El matrimonio del cielo y del infierno*⁸ (Blake, 1790) y las experiencias de Huxley con la *mescalina*, atrajo a la cultura juvenil de los años 60, que se sumergió en una idolatría hacia estos compuestos. La música y el arte se vieron influenciados a tal punto, que la mítica banda de rock estadounidense, *The Doors*, tomó su nombre del título de Huxley. Entre los clasificados como alucinógenos clásicos se incluyen hongos como la *psilocibina* (Fig. 3) y la *mescalina (peyote)* (de la Piedra Walter, 2018). Acuñado por Humphrey Osmond (psiquiatra que trabajó con Huxley) el término *psicodélico* se refiere a cualquier sustancia que, a dosis bajas, produzca cambios en la percepción, estado de ánimo y pensamiento sin afectar la memoria o las capacidades intelectuales de quien la consume. Sin embargo, debido a sus efectos, el gobierno de EEUU reconoció a los psicodélicos como drogas adictivas y en 1967 se prohibió cualquier estudio científico con estas sustancias hasta los años 90, en los que se retomaron con finalidades terapéuticas y anestésicas (de la Piedra Walter, 2018). Como contracara, la psicodelia también influyó en las artes plásticas y visuales, en el diseño y en la moda, expresiones que denotan una vez más, la conspicua dualidad del mundo fungi. Entre otras producciones cinematográficas que abordan el tema se destacan *Estados alterados*⁹, película de ciencia ficción de 1980, dirigida por Ken Russell y basada en la novela homónima de 1978 escrita por Paddy Chayefsky, en la que un profesor universitario de psicología anormal que estudia la esquizofrenia (William Hurt), viaja a

⁴ Traducción del álbum y canción homónima de John Lennon (*Mind games*, 1973). Su letra no refiere al consumo de drogas sino a expresiones de amor y paz en el mundo, afines al espíritu de la época.

⁵ Traducción del inglés: *Brave New World*

⁶ Del griego *psyche* (mente, alma) y *delos* (manifiesto), se traduce como *manifiesto de la mente*.

⁷ Traducción del inglés: *The doors of perception*

⁸ Traducción del inglés: *The Marriage of Heaven and Hell*

⁹ Traducción del inglés: *Altered States*

México como parte de sus investigaciones, para participar de ceremonias rituales en las que se experimentan estados ilusorios colectivos a través del consumo de hongos alucinógenos (Fig. 3). En 1991 se estrena *The Doors*, película estadounidense sobre la banda de rock del mismo nombre, dirigida por Oliver Stone, con eje en la vida de Jim Morrison (1943-1971), vocalista del grupo. Aunque recibió demoledoras críticas por parte de los miembros de la banda, el film refleja el espíritu y estética de la época (Fig. 3). Una producción menos conocida es la película *Grace of My Heart*. Estrenada en 1996, escrita y dirigida por Allison Anders, recrea el mundo de la música pop a principios de los 60, pasando por el sonido de California de mediados de la década, hasta culminar con la escena adulta-contemporánea de principios de los 70. En la trama, Jay (Matt Dillon) es un músico eminente que termina quitándose la vida como resultado de una profunda depresión. Sin ser atribuida directamente a los psicodélicos, su consumo es mencionado (Fig. 3).

El Mundo Fungi, Piotr Ilich Tchaikovski, Lewis Carrol y Walt Disney

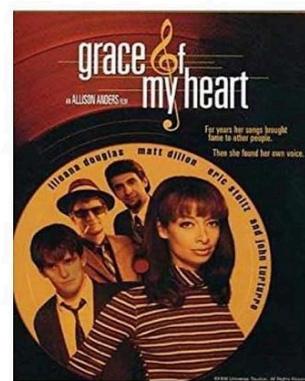
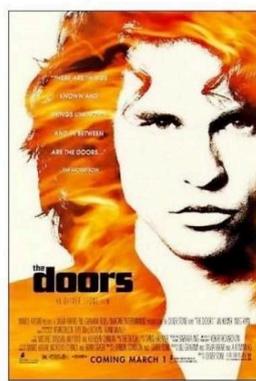
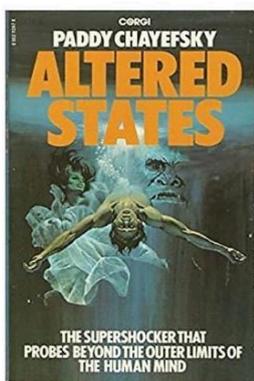
En sus diversas colonizaciones, el reino fungi se lleva muy bien con la fantasía y los niños. La *amanita muscaria* (Fig. 3), seta de sombrero rojo y pintas blancas, es la conocida vivienda de los duendes, el hábitat natural de las hadas y el hongo por excelencia de los cuentos infantiles. De su atractiva apariencia, también deviene la estrecha relación de la *amanita muscaria* con Walt Disney (1901-1966). La primera se remonta a 1940, con la película *Fantasia*, en la que dibujos animados representan el ballet Cascanueces, compuesto por Piotr Ilich Tchaikovski (1840-1893) y estrenado en el Teatro Mariinski de San Petesburgo en 1892. El ballet se divide en siete partes y en una de ellas, la Danza china, los personajes son seis setas que bailan en círculo y un pequeño y adorable hongo que parece estar fuera de sintonía con el resto del grupo (Fig. 3) La pieza musical es ejecutada por la orquesta de Filadelfia y dirigida por el maestro Leopold Stokowski (1882-1977), que acompaña las secuencias de animación (Disney, 1940). El segundo encuentro de Disney con la *amanita muscaria* se produce en *Alicia en el país de las maravillas*, película de animación basada en las célebres obras de Lewis Carroll (1832-1898), *Las aventuras de Alicia en el país de las maravillas* (1865) y *Al otro lado del espejo y lo que Alicia vio allí* (1871), estrenada el 28 de julio de 1951 (Disney, 2000). Uno de los personajes es La Oruga Azul (Fig. 3), que mide 7 cm de altura y es encontrada por Alicia sentada en una seta gigante (*amanita muscaria*) fumando un narguile. Tras conversar, la Oruga se aleja, no sin antes recomendar a Alicia que pruebe comer de la seta, ya que la misma puede modificar su estatura nuevamente, en alusión a los efectos alucinógenos de los hongos. La Oruga Azul también figura en otras versiones de *Alicia*, entre ellas, la ilustración de Kevin Eslinger, una producción televisiva dirigida por Nick Willing en 1999 con Ben Kingsley como la oruga, y más recientemente, la adaptación cinematográfica de Tim

Burton en 2010, con Alan Rickman en la voz de Absolem, la oruga (Fig. 3). Favorita indiscutible, la dual y letal *amanita muscaria*, verifica que a mayor atracción, mayor toxicidad.

Figura 3. Hongos alucinógenos y venenosos, y su influencia en la literatura y el cine



Psilocyбина. Foto © Early-Discoveries



Tapa de libro y afiche de "Altered States"

Afiches de films "The Doors" y "Grace of My Heart"

Imágenes © amazon.es © originalfilmart.com

Imágenes © filmaffinity.com © SensaCine.com



Amanita muscaria. Foto: Yvonne Waterman



Danza china. Imagen © Disney



Ben Kingsley como la oruga
Imagen © alamy.es



El auge de la psicodelia, la amanita muscaria y su atracción fatal en las historias y películas infantiles.

El Mundo Fungi, una película de vampiros y el Cambio Climático

La ubicuidad del reino fungi trasciende las películas infantiles, los amores confusos y la psicodelia para colonizar un género inesperado, en el que se desliza una de las problemáticas más actuales y amenazantes para el planeta. En 2013 se estrena *Solo los amantes sobreviven*¹⁰. Escrita y dirigida por Jim Jarmusch, describe la relación entre Eve y Adam (Tilda Swinton y Tom Hiddleston), dos vampiros ultra sofisticados, y sus estrategias para sobrellevar la sociedad moderna (Mendelson, 2013). En el jardín, Eve descubre *amanitas muscaria* (Fig. 4) y al observarlos dice: *Qué extraño, ¿los has notado?*, sorprendida porque aparecen fuera de temporada. Adam especula que, tal vez influyan las antenas que construyó para su casa (alusión a las energías renovables) y los hongos estén recibiendo señales del ambiente, y agrega: *Esto nos demuestra que no sabemos nada acerca de los hongos. Y toda la vida del planeta no podría siquiera existir sin ellos* (valoración como recicladores naturales). Eve mira a los hongos y les dice: *Ustedes saben que no deberían estar aquí, siquiera hasta el otoño* (alusión al Cambio Climático). En relación a la dualidad, una comparación entre vampiros y hongos expresa: *Ambos son criaturas antiguas y misteriosas de la oscuridad que no siguen las leyes de la ciencia que los humanos han establecido. Además, las amanitas, como los vampiros, surgen de la nada, viven en todo el mundo y tienen el poder de matar humanos* (Mendelson, 2013).

El Mundo Fungi en los mundos de los humanos - Un enemigo al acecho

Fuera de la naturaleza, en las creaciones artificiales que conforman los hábitats humanos, el reino fungi también encuentra alimento. La avidez de los hongos es poderosa y no se detiene nunca, por eso colonizan y se apropian con una rapidez vertiginosa. En los edificios y en la construcción, de acuerdo a los materiales, la temperatura, las filtraciones de agua y la humedad relativa, prosperan el *penicillum*, el *cladosporium*, la *alternaria*, el *aspergillus*, el *stachybotrys* y el *chaetomium* (Fig. 4), los enemigos ambientales. Casi no hay material que se les resista. Colonizan la madera y sus derivados con componentes celulósicos. Proliferan en revoques de paredes y cielorrasos, en pisos, en antepechos de ventanas, bajo alfombras, detrás de empapelados, entelados y muebles, en el fondo de placards, en las laberínticas entrañas de equipos de acondicionamiento térmico central y en la miniaturizada versión de los individuales. Tienen manifiesta predilección por los encuentros fuera de escuadra, los bordes ríspidos, la discontinuidad o superposición de materiales, los rincones inaccesibles y los intersticios más inverosímiles. No perdonan estantes ni cajones de heladeras y se instalan en todo tipo de mobiliario, por dentro y por fuera. Los más preciados libros, juguetes y vestimenta están a su merced. El avance del moho negro no conoce la misericordia e inutiliza lugares desde tiempo

¹⁰ Traducción del inglés: *Only lovers left alive*

inmemorial, al punto tal de figurar en la Biblia (Chamorro, 2020). Su remediación, que en realidad, es remediación para los humanos, demanda procedimientos minuciosos, incómodos, significativo esfuerzo, exacerbación de tendencias obsesivas y un grado de paciencia que supera a la del país más oriental. Y no hay margen de error ni de descuidos ni de imprevistos, porque a la mínima oportunidad, arrasan, proliferan, se expanden sin pausa y recolonizan sin piedad. Las mejores capacitaciones y más eficientes tecnologías, los más sofisticados dispositivos para monitoreos, toma de muestras, análisis en microscopios, implementación de regulaciones, protocolos, normativas y políticas de estado, los tienen totalmente si cuidado. No es su problema. Los hongos ambientales proliferan sin que nada haga ínfima mella en su misión medular: conquistar, degradar, reciclar o colonizar todo lo que a su paso sea alimento. El límite no lo ponen ellos, jamás lo harán. Su no presencia y reducción como amenaza va de la mano de la buena construcción, la correcta elección y uso de los materiales, y fundamentalmente, del mantenimiento integral de las creaciones de los humanos. Depende de diseñadores, constructores, usuarios, también de eventos naturales, que el reino fungi encuentre oportunidad de acceder y deba ser remediado. El daño no forma parte de sus intenciones. Sólo cumplen con su propósito implacable de perpetuar la especie. Pero hasta en las más devastadoras circunstancias aflora la condición dual de los hongos. Porque mientras los conocedores ven con claridad el riesgo de enfermedades respiratorias y noches en vela entre sibilancias y ahogos, otras miradas más ingenuas e inocentes, ajenas a esos temores, se pierden raudas en los caminos de la imaginación y la fantasía.

El Mundo Fungi en los mundos de los humanos - Fantasía y aventuras

En sus múltiples colonizaciones, los hongos, esta vez los ambientales, vuelven a la literatura a través de la pluma de Juana de Ibarborou (1892-1979), que en *La mancha de humedad* (Ibarborou, 1944) describe con precisión y ternura, lo que los ojos de un niño ven:

Frente a mi vieja camita de jacarandá, con un deforme manojito de rosas talladas a cuchillo en el remate del respaldo, las lluvias fueron filtrando, para mi regalo, una gran mancha de diversos tonos amarillentos, rodeada de salpicaduras irregulares capaces de suplir las flores y los paisajes del papel más abigarrado. En esa mancha yo tuve todo cuanto quise: descubrí las Islas de Coral, encontré el perfil de Barba Azul y el rostro anguloso de Abraham Lincoln, libertador de esclavos, que reverenciaba mi abuelo; tuve el collar de lágrimas de Arminda, el caballo de Blanca Flor y la gallina que pone los huevos de oro; vi el tricornio de Napoleón, la cabra que amamantó a Desdichado de Brabante y montañas echando humo de las pipas de cristal que fuman sus gigantes o sus enanos. Todo lo que oía o adivinaba, cobraba vida en mi mancha de humedad y me daba su tumulto o sus líneas.

La dualidad, en este caso, está desfasada por los años. La pena inconsolable de la niña que ya no tiene su mancha de humedad para soñar, seguramente

será reemplazada por agradecimiento cuando de adulta comprenda que lo que hicieron sus mayores fue prevenir que se pudiera enfermar, reeditando las dos caras del mundo fungi en el habitar.

Figura 4. Los hongos como detectores del Cambio Climático y el moho ambiental



Eve descubre amanitas muscaria y lo comenta con Adam. Imágenes © fastcompany.com



Alternaria en interior



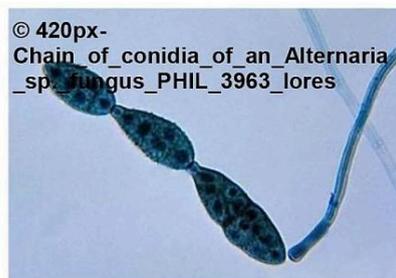
Podredumbre seca moho negro



Moho bajo alfombra



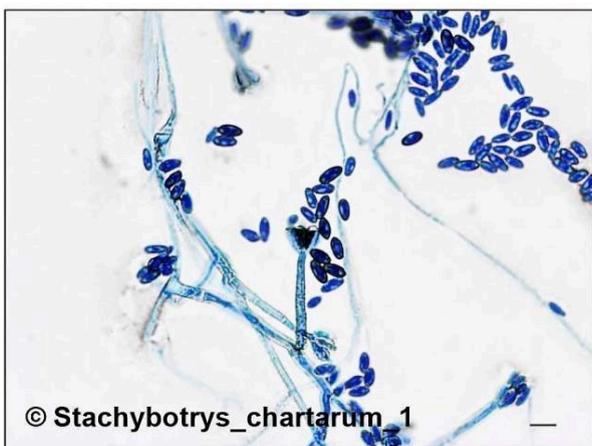
Cladosporium en microscopio



Alternaria en microscopio



Aspergillus en microscopio



Stachybotrys chartarum en microscopio



Chaetomium globosom en microscopio

Secuencia fílmica con hongos alertando sobre desajustes estacionales y dramático contraste entre la alarmante proliferación fúngica en lugares habitados y la belleza de sus imágenes estudiadas a través del microscopio.

El Mundo Fungi en los mundos de los humanos - Reivindicación y victoria

Si no puedes con tu enemigo, únete a él (Sun Tzu, siglo V AC)

Finalmente, ante la evidencia de que el reino fungi siempre formará parte de la humanidad y de la supervivencia y armonía del planeta, emergen miradas que conciben el hábitat humano desde la sustentabilidad, indagando en propuestas en las que los hongos, abiertamente legitimados, se proponen victoriosos entre los materiales del futuro. Un párrafo del artículo *¿Edificios de hongos? las posibilidades del micelio en la arquitectura*, sintetiza los resultados de experiencias que indudablemente, se verán proyectadas en el campo del diseño y de la construcción en el mundo:

Cuando el hongo se implanta en un lugar adecuado, el micelio se comporta como un pegamento, cementando el sustrato y transformándolo en un bloque sólido. Este sustrato puede estar compuesto por aserrín, madera molida, paja, diversos residuos agrícolas, entre otros. Dependiendo de la cepa del micelio y del sustrato utilizado, el producto final puede moldearse para producir paneles aislantes, muebles, accesorios, tejidos, materiales de embalaje e incluso ladrillos, con buenas características térmicas, acústicas e incluso buen comportamiento al fuego. Investigaciones científicas han demostrado que, en términos de características físicas y mecánicas, los materiales a base de micelio se parecen al poliestireno expandido, pero con un nivel mejorado de biodegradabilidad (Souza, 2020). (Fig. 5)

Dentro de las ventajas que presentan los materiales derivados de los hongos, cabe preguntarse cuál será su alcance e interacción con los demás elementos que conforman un edificio contemporáneo, la variedad en el equipamiento y demás contenidos acorde a los usos. Tal vez, el micelio vaya dando cada vez más respuestas, al tiempo que el reino fungi en su diversidad, siempre estará al acecho de emprender nuevas colonizaciones.

El Mundo Fungi en la creación y diseño de Biomateriales en la Argentina

Desde 2016, la Mg. Ana Laura Cantera, co-fundadora de Mycocrea-Laboratorio de biomateriales- investiga y produce derivados del micelio y materiales cultivados (Cantera, 2017). Actualmente participa en un equipo interdisciplinario que investiga paneles aislantes a base de micelio para viviendas de interés social en la UNTREF. Durante 2019/21, la DI Heidi Jalkh dirigió el Proyecto de Investigación *Sistemas Materiales*, PIA TPR 24 FADU UBA, cuyas áreas temáticas incluyeron *Materiales Bio fabricados, Vivos bio masas en sustrato sólido y líquido a partir de micelio* (Jalkh, 2019). En 2021, el Estudio Superpraxis diseñó, cultivó y erigió el *Refugio Fúngico* a base de micelio en Bariloche (Dejtjar, 2021) y en el CEVE de Córdoba, la Arq. Natalia Fernández Molina desarrolla un Plan de Tesis Doctoral sobre

derivados del micelio para la construcción. Este es el incipiente resultado de una mirada conciliadora, en la que el reino fungi no presenta dualidades, sino una alianza de convivencia y paz con los humanos, y una alentadora esperanza para el futuro del planeta. (Fig. 5)

Figura 5. Derivados del micelio de hongos en la construcción y el diseño



Imágenes © Dmytro Ostapenko
Shutterstock © Ecovative
Mushroom® Insulation



Hy-Fi Pavilion / The Living.
Image © Andrew Nunes



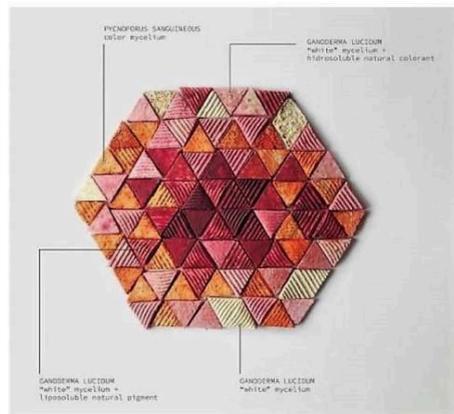
Ecovative Mushroom® Insulation
Image © Ecovative



Bowl, proyecto de paneles aislantes térmicos y acústicos, y packaging crecidos a partir de micelio de hongo =100%compostable. Imágenes © Ana Laura Cantera © mycocrea.wixsite.com



El Refugio Fúngico a base de micelio en Bariloche
Fotos © Valentin Mora



El Proyecto Expresión Cromática en la Biofabricación, incorpora color en el diseño y la fabricación de biomateriales de hongos © Heidi Jalkh

Ejemplos de desarrollos con micelio a nivel internacional y local.

Debate

A partir de una indagación del reino fungi en general, daría la impresión de que se invierten los porcentajes: No es que los hongos sean parte del planeta, sino que el planeta es el súbdito del más diverso de los reinos, el fungi.

En relación a los hongos ambientales, por más que la construcción de futuro tienda al uso de nuevos materiales, entre ellos, el micelio de hongos, los nuevos edificios también tendrán instalaciones y elementos de otros materiales, con lo cual, cabe preguntarse cuál será el papel del reino fungi en esa articulación, si habrá hongos ambientales en los edificios cuyo material predominante provenga del mismo reino.

Por otro lado, lo construido seguirá en pie, lo que denota que las buenas prácticas constructivas y el mantenimiento seguirán siendo necesarios, y los procedimientos de remediación, imprescindibles.

Estas situaciones también deberían reflejarse en normativas, dado que cada avance tecnológico presenta situaciones que es necesario contemplar en las reglas del arte, en los organismos de control y en las medidas preventivas, por lo tanto, deberían figurar en códigos de edificación, y consecuentemente, tener más presencia en los programas de estudio de las disciplinas involucradas en todo su espectro, tanto ventajas como riesgos, prevención y remediación.

El amianto y el plomo, como materiales que fueron comúnmente usados por siglos y hasta milenios, ahora cuentan respectivamente con prohibiciones y restricciones en el territorio nacional. Aunque para el amianto se aplican procedimientos para su tratamiento y remoción en condiciones de seguridad, no hay medidas equivalentes para el plomo y los hongos ambientales, que hasta el momento no cuentan con protocolos de seguridad en las normativas locales (Mühlmann & Damin, 2020).

Una diferencia fundamental entre el amianto y el plomo, y los hongos ambientales, es que si los dos primeros se remueven en condiciones de seguridad, el problema termina, mientras que con los hongos, la solución pasa por un permanente mantenimiento y monitoreo, tareas que deberían figurar en manuales de operación y mantenimiento, y todo tipo de normativas relacionadas.

Otro tema en permanente debate son los productos para evitar la proliferación de hongos y mohos en la construcción, que suelen ser tener contenido de químicos tóxicos para el ambiente y la salud humana. De hecho, en relación a los preservantes de la madera, desde hace años se vienen prohibiendo y restringiendo químicos como el pentaclorofenol y el lindano, pero están en

pleno uso las sales solubles CCA¹¹ para impregnación y productos con químicos derivados del petróleo para pincelado, uno de cuyos riesgos es la liberación de emisiones tóxicas en contacto con el fuego (Mühlmann, Caruso et al, 2020).

Los adhesivos y los acabados para la madera también suelen tener componentes con toxicidad para la salud humana, como el formaldehído, químico que en elementos como los tableros derivados de partículas y fibras de madera, a excepción de los OSB, se ha prohibido en 2019 (Mühlmann, Caruso et al, 2020).

Se trata de un delicado balance ya que los biocidas son necesarios para prevenir el ataque de agentes químicos, climáticos y biológicos (insectos y hongos), y una de las tantas dualidades y contradicciones que presenta el reino fungi: si no se lo trata, ante la presencia de agua, prolifera, degrada y daña, y si se lo trata, hay riesgo de toxicidad en la producción, aplicación en obra, desechos y en el contacto con el fuego.

El reino fungi también se encuadra en ciencias dedicadas a su inacabable estudio: biología (botánica y zoología), medicina, química, veterinaria, agronomía, bioquímica, farmacia, ingenierías de los materiales y de los alimentos, y más específicamente, micología, microbiología, ingeniería ambiental y las carreras de higiene y seguridad, en relación directa con su prevención y remediación. Y su contracara: el preponderante rol del mundo fungi en la gastronomía y el placer.

Es destacable, asimismo, la evolución tecnológica para su estudio y observación, como las imágenes tomadas en los microscopios, que por un lado verifican peligrosidad y por otro, revelan una indescriptible belleza, articulando la dualidad del reino fungi con la fotografía.

Por último, ante este panorama, la evolución de los productos derivados del micelio de hongos es más que bienvenida, por su biodegradabilidad y propiedades ignífugas, como posibles sustitutos de materias primas de origen animal y por sus promisorios avances en la construcción como reemplazo de materiales del reino mineral, esta vez, como sólidos aliados.

Conclusiones

Con la dualidad como estandarte, los hongos reinan, trascendiendo los límites físicos y la imaginación.

La obtención de su postergada clasificación entre los reinos de la naturaleza es un merecido reconocimiento a su silenciosa presencia e incidencia y, más que nunca, a la esperanza.

¹¹ Arseniato de cobre cromatado

Agua, aire, tierra, madera, fuego. El reino fungi tiene relación con todos y lo seguirá teniendo, para deleite y perturbación de la especie humana, la única que siempre resultará perjudicada o beneficiada ante la inalterable inmutabilidad colonizadora del reino dual, ahora con categoría propia.

Reconocimientos

Esta investigación se encuadra en el Proyecto de Investigación *Materiales cultivables para la construcción. Panorama del uso de materiales provenientes de cañas y micelio de hongos en la Argentina TPR 45* con sede en el CIHE FADU UBA y en el Plan de Tesis Doctoral *Descripción de los aspectos tóxicos de los materiales utilizados en la construcción de edificios en la Ciudad de Buenos Aires a partir de una mirada desde la salud*, con sede en la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires en colaboración con el CIHE FADU UBA, Director: Prof. Dr. Carlos Damin* (FMed), Directora Asociada: Dr. Arq. Silvia de Schiller (CIHE), Resolución (CD) N° 2928/18.

* Médico, científico y profesor universitario especializado en Toxicología, Investigador y Profesor Titular de Toxicología en la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires y Jefe de la División Toxicología del Hospital Fernández de la Ciudad de Buenos Aires e Integrante de la Informal International Scientific Network, UNODC de las Naciones Unidas.

Especialistas consultados

Chamorro, A. (2020) *Efectos de los hongos en la salud humana*. Curso de Evaluación, remediación y control de hongos en ambientes interiores, AIRLAB UNSAM.

Otero, R. (2020) *Clasificación de los hongos*. Curso de Evaluación, remediación y control de hongos en ambientes interiores, AIRLAB UNSAM.

Bibliografía

Libros

Carroll, L. (1960) *Las aventuras de Alicia en el país de las maravillas y Al otro lado del espejo y lo que Alicia vio allí*. Traducción de *Alice adventures in Wonderland* (1865) and *Through the looking glass and what Alice found there* (1871). Editorial Peuser, Buenos Aires.

de Ibarborou, J. (1944) *La mancha de humedad*, Chico Carlo, Editorial Kapelusz, Buenos Aires.

Hare, R. (1970) *The Birth of Penicillin*, Allen & Unwin, London.

Huxley, A. (1932) *Brave New World*, Chatto & Windus, London.

Huxley, A. (1954) *The doors of perception*, Chatto & Windus, London.

Material online

Acuña, G. (2002) *Descubrimiento de la Penicilina: Un Hito de la Medicina. Cómo el azar puede ayudar al Científico*. Recuperado el 07/04/2022 de <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-pdf-X0716864002319295>

Alm, M. (2020) *Negrilla en las plantas*. Recuperado el 07/04/2022 de <https://www.jardineriaon.com/negrilla-en-las-plantas.html>

Blake, W. (1790) *The Marriage of Heaven and Hell*, Project Gutenberg's.

Recuperado el 31/03/2022 de <https://www.gutenberg.org/files/45315/45315-h/45315-h.htm>

Cantera, A. L. (2017) *Biomateriales*. Recuperado el 07/04/2022 de <https://www.analauracantera.com.ar/biomateriales>

CEVE - *Centro Experimental de la Vivienda Económica*, dependiente del CONICET. Recuperado el 04/04/2022 de <https://www.ceve.org.ar/>

CONICET - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Recuperado el 04/04/2022 de <https://www.conicet.gov.ar/>

Ciencias biomédicas (2020) *Hongos venenosos: cuales son y como reconocer las 9 especies toxicas que no se deben consumir*. Recuperado el 04/04/2022 de <https://www.austral.edu.ar/cienciasbiomedicas/hongos-venenosos-cuales-son-y-como-reconocer-las-9-especies-toxicas-que-no-se-deben-consumir/>

Dejtiar, F. (2021) *Construyendo con hongos en Argentina: El Refugio Fúngico a base de micelio en Bariloche*. Recuperado el 04/04/2022 de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/970923/construyendo-con-hongos-en-argentina-el-refugio-fungico-a-base-de-micelio-en-bariloche>

de la Piedra Walter, M. (2018) *Frente a las puertas de la percepción: los psicodélicos (y sus beneficios)*. Recuperado el 04/04/2022 de <https://discapacidades.nexos.com.mx/?p=355>

Diamond, J. (2013) *Dining Is a Minefield in Paul Thomas Anderson's 'Phantom Thread'*. Recuperado el 04/04/2022 de <https://www.eater.com/2018/1/26/16928906/food-phantom-thread>

Disney, W. (1940) *The Mushroom Dance*, Fantasia w/ the Nutcracker Suite. Recuperado el 31/03/2022 de <https://www.youtube.com/watch?v=ZJYN1d3f2dc>

- Disney, W. (2000) *Alicia en el país de las maravillas y otras adaptaciones Disney del clásico de Lewis Carroll*. Recuperado el 31/03/2022 de <http://mural.uv.es/jorgon/disney.htm>
- Jalkh, H. (2019) *Sistemas Materiales, PIA TPR 24 FADU UBA*. Recuperado el 04/04/2022 de <http://heidijalkh.com/sistemas-materiales-pia-trp-24/>
- Jalkh, H. (2021) *Proyecto Expresión Cromática en la Biofabricación*, Portfolio -WIP. Recuperado el 04/04/2022 de <http://heidijalkh.com/portfolio-pdf/>
- López Trica, J. M. (2019) *Ernst Chain y la penicilina*. Recuperado el 04/04/2022 de <http://www.info-farmacia.com/historia/ernst-chain-el-redescubrimiento-de-la-penicilina>
- Mendelson, Z. (2013) *Jim Jarmusch Outs Himself As A Mycophile In "Only Lovers Left Alive"*. Recuperado el 04/04/2022 de <https://www.fastcompany.com/3019966/jim-jarmusch-outs-himself-as-a-mycophile-in-only-lovers-left-alive>
- Mühlmann S. y Damin C. (2020) *La cara oculta de la arquitectura - Una mirada desde la salud y el ambiente*, XXXIII Jornadas de Investigación y XV Encuentro Regional, SI + Imágenes. Prácticas de investigación y cultura visual, 30 de octubre y 1º de noviembre de 2019, SI-FADU-UBA, pp 3031-3053, Buenos Aires. URL: <https://publicacionescientificas.fadu.uba.ar/index.php/actas/article/view/1329>
- Mühlmann, S., Caruso, S. et al (2020) *Panorama de problemáticas visibles, invisibles y ocultas, y alternativas sustentables en la construcción con madera*, XXXIII Jornadas de Investigación y XV Encuentro Regional, SI + Imágenes. Prácticas de investigación y cultura visual, SI-FADU-UBA, pp 2994-3019, Buenos Aires. URL: <https://publicacionescientificas.fadu.uba.ar/index.php/actas/article/view/1326>
- Podoactiva (2020) *Pies en la piscina. Infecciones más comunes y consejos para prevenir su contagio*. Recuperado el 03/04/2022 de <https://www.podoactiva.com/es/blog/pies-en-la-piscina-infecciones-mas-comunes-y-consejos-para-prevenir-su-contagio>
- Romero, E. (2020) *Los hongos, ni plantas ni vegetales*. Recuperado el 03/04/2022 de <https://www.codigosanluis.com/los-hongos-ni-plantas-ni-vegetales/>
- Souza, E. (2020) *¿Edificios de hongos? Las posibilidades del micelio en la arquitectura*. Recuperado el 06/04/2022 de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/949011/edificios-de-hongos-las-posibilidades-del-micelio-en-la-arquitectura>

Sun Tzu (2003) *El arte de la guerra* (original en chino, siglo V AC). Biblioteca Universal. Recuperado el 04/04/2022 de <https://biblioteca.org.ar/libros/656228.pdf>

UNTREF - Universidad Nacional de Tres de Febrero. Recuperado el 04/04/2022 <https://www.untref.edu.ar/>

Villani, R. (2022) *La revolución de los hongos, la materia prima del futuro*. Recuperado el 31/03/2022 de <https://www.tiempoar.com.ar/informacion-general/la-revolucion-de-los-hongos-la-materia-prima-del-futuro/>

Variety Insight (2013) *Phantom Thread aka untitled Paul Thomas Anderson/London Fashion Film Project*. Recuperado el 04/04/2022 de <https://variety.com/2017/film/in-contention/paul-thomas-anderson-unveils-daniel-day-lewis-fashion-romance-phantom-thread-1202622495/>