

EL PENSAMIENTO DE LAS PLANTAS:

UNA APROXIMACIÓN
ECOSISTÉMICA A LA
PRODUCCIÓN ARTÍSTICA

*PLANTS 'S THOUGHTS:
AN ECOSYSTEMIC
APPROACH TO ART
PRODUCTION*

KEY WORDS
plants, mycelium, intelligence,
plastics, interspecies

PALABRAS CLAVE
plantas, micelio, inteligencia, plástico,
interspecies

PAUL ROSERO CONTRERAS

Colegio de Comunicación y Arte Contemporáneo,
D-Lab USFQ, Estudio Dos Islas
Universidad San Francisco de Quito
Contacto: proseroc@usfq.edu.ec

La contaminación plástica es un problema creciente que incluye todas las cadenas de producción. Los entornos terrestres y marinos reciben diariamente toneladas de desechos plásticos que se escapan de procesos de reciclaje y se insertan en el medioambiente, creando ecosistemas más-allá-de-lo-orgánico. La investigación en métodos de degradación utilizando microorganismos toma protagonismo y se expande a la esfera del arte contemporáneo. En este artículo se presenta el desarrollo de dos proyectos que incluyen procesos de biodegradación, utilizando hongos como propuesta de creación de materiales híbridos, al tiempo que estos desempeñan una tarea inteligente como mecanismo de sobrevivencia. El micelio que cultivamos en sustrato de aserrín y desechos plásticos metaboliza el material inorgánico y continúa un ciclo de vida que se manifiesta emergente y resiliente. El material resultante de este proceso se utiliza en la construcción de esculturas en forma de árboles que demuestran relaciones simbióticas de colaboración interespecies y desarrollan la noción de ecosistemas posnaturales, extendiendo la asunción de siete reinos en la naturaleza a un octavo que incluye todo aquel material artificial creado por los humanos.

ABSTRACT

Plastic pollution is a growing problem that includes all production chains. Terrestrial and marine environments receive on a daily basis tons of plastic waste that escapes from recycling processes and is inserted into the environment creating ecosystems beyond-organic. Research into degradation methods using microorganisms takes center stage and expands into the sphere of contemporary art. In this article we present the development of two projects that include biodegradation processes using fungi as proposals for the creation of hybrid materials, while performing an intelligent task as a survival mechanism. The mycelium that we cultivate in a substrate of sawdust and plastic waste metabolizes the inorganic material and continues a life cycle that manifests itself as emergent and resilient. The material resulting from this process is used in the construction of sculptures in the form of trees that demonstrate symbiotic relationships of interspecies collaboration and develop the notion of post-natural ecosystems, extending the assumption of seven kingdoms in nature to an eighth that includes all that artificial material created by humans.

La ecología es el estudio de las relaciones entre los organismos vivos, incluidos los humanos, y su entorno físico. En esta relación, se les considera a nivel individual, de población, de comunidad, de ecosistema y de biosfera. En este sentido, en la definición, la ecología parece ser una analogía directa de la noción de interconexión e interdependencia, pero tradicionalmente no ha incluido elementos inorgánicos o artificiales como parte de la interacción. La distinción entre partes bióticas o vivas, así como factores abióticos o partes no vivas, no asume aquellas sustancias creadas por el humano y que en la actualidad están presentes en cualquier ambiente. Los factores bióticos incluyen plantas, animales y otros organismos y los factores abióticos suman elementos como rocas, temperatura o humedad. Cada factor en un ecosistema depende de todos los demás factores, ya sea directa o indirectamente. Por ejemplo, un cambio en la temperatura de un ecosistema a menudo afectará a las plantas que crecerán allí. Los animales que dependen de las plantas para alimento y refugio tendrán que adaptarse a los cambios, mudarse a otro ecosistema o perecer (Brown, 2022). Pero ¿qué sucede cuando esos cambios suceden por elementos introducidos como el plástico sintético y la dieta de los animales se contamina con nuevos factores? ¿Cómo funciona un ecosistema que tiene elementos plásticos como componentes ubicuos?

En los proyectos que describimos en este artículo, asumimos un ecosistema como el espacio que conecta una multiplicidad de actantes orgánicos, inorgánicos, humanos, más-que-humanos, artificiales y sintetizados. En un área geográfica donde las plantas, los animales y otros organismos, así como el clima y el paisaje, trabajan juntos para formar una burbuja de vida, los desechos plásticos deben ser también asumidos como componentes de esta. Desde que el primer plástico fue inventado por el químico inglés Alexander Parkes en 1862, la llamada parkesina que, en esencia, era nitrocelulosa ablandada con aceites vegetales y alcanfor, la existencia del plástico semisintético inició su entrada en los ecosistemas. Paralelamente, cuando el estadounidense John W. Hyatt descubrió el papel fundamental del alcanfor en la plasticización y llamó a la sustancia celuloide, dio origen a la industria cinematográfica. Años más tarde, en 1907, Leo Baekeland experimentaba con formaldehído y fenol en su laboratorio casero e inventó el primer plástico completamente sintético y termoestable, la baquelita. El 11 de julio de ese año, Baekeland escribió en su diario que su invento tendrá gran importancia en el futuro y tuvo razón. Hoy el plástico está en todos los rincones del planeta conformando nodos de vida híbrida con muchos otros organismos.

La presencia del plástico pasó de ser una promesa a ser contaminación con el transcurso de las décadas. Es un problema ambiental creciente, en parte debido a la naturaleza extremadamente estable y duradera de este polímero. Los ecosistemas terrestres y marinos en todo el mundo están afectados. Con el 10 % de los plásticos flotando en los océanos, todo tipo de objetos plásticos y los equipos de pesca como redes, cuerdas, boyas y nylon son una amenaza considerable para la biodiversidad marina. Así mismo, en tierra, utensilios de un solo uso y, preponderantemente, las colillas de cigarrillos son

los principales contaminadores. Se estima que dos tercios de los billones de filtros de tabaco que se utilizan cada año se arrojan al medio ambiente.

La Corporación Bakelite no fue modesta a la hora de publicitar su producto. Señaló que los humanos habíamos logrado trascender la vieja taxonomía de animal, mineral, vegetal y que ahora había “un cuarto reino, cuyas fronteras no tienen límites” (Harford, 2017, p. 2). Curioso reino que no se ha tomado en cuenta aún, ya que, Ruggiero et al. en 2015 publicaron un sistema de clasificación basado en siete reinos (Archaea, Bacteria, Protozoa, Fungi, Animalia, Plantae y Chromista) y dos superreinos (Prokaryota y Eukaryota). Este nuevo sistema es una extensión del sistema de seis reinos propuesto por Cavalier-Smith en 1998. ¿Deberíamos pensar entonces que existen realmente ocho reinos incluyendo el reino plástico?

EL PLÁSTICO Y LA BIODEGRADACIÓN CON HONGOS

Ante la acumulación de desechos plásticos, acciones como el reciclaje no proporcionan una solución completa al problema. Investigaciones recientes se han centrado en formas alternativas para degradarlo. Por

ejemplo, mediante el uso de hongos (Zeghal et al., 2021), ya que estos proporcionan una amplia gama de enzimas especializadas en la degradación de sustancias recalcitrantes y son candidatos muy prometedores en el campo de la degradación de plásticos. Literatura actual sobre diferentes enzimas fúngicas involucradas en dicho proceso, describen las características, eficacia y aplicaciones biotecnológicas posibles. Las laccasas y peroxidases fúngicas, generalmente utilizadas por los hongos para degradar la lignina, muestran buenos resultados en la degradación del polietileno (PE) y el cloruro de polivinilo (PVC), mientras que las esterasas como las cutinasas y las lipasas se utilizaron con éxito para degradar el tereftalato de polietileno (PET) y el poliuretano (PUR) (Temporiti, 2022).

La palabra plástico deriva del griego *plastikos*, que significa “capaz de ser modelado” (Fried, 1995). Hoy en día, el término se refiere a una amplia gama de moléculas poliméricas sintéticas de cadena larga que, en la década de 1950, comenzaron a sustituir a materiales naturales para una variedad de aplicaciones y productos de uso cotidiano (Millet et al., 2018). El rápido desarrollo de los plásticos se puede atribuir a su combinación de ligereza, durabilidad y su producción fácil y económica (Matjašić et al., 2021). Como resultado de su versatilidad, los materiales plásticos se han utilizado cada vez más, alcanzando una producción mundial de casi 370 millones de toneladas en 2020, según un análisis de Plastic Europe (2021).

En este contexto, un factor determinante es el constante avance tecnológico que ha permitido un aumento exponencial en la producción y, con esto, una distribución sin límites. Una funda plástica común fue encontrada a 10.975 metros en la fosa de las Marianas, el sitio más profundo del océano (Gibbons, 2022). La palabra tecnología. también del griego *téchne*, significa “saber hacer” o “saber obrar”. El saber hacer intrínseco en la naturaleza de un hongo es asumido en nuestros proyectos como una tecnología orgánica que nos muestra un proceso paradójico al de la tecnología hecha por los humanos. Al activar sus enzimas en búsqueda de fuentes de alimento, los hongos utilizados en la

biodegradación están resolviendo un problema de sobrevivencia y, al mismo tiempo, creando vida, a diferencia de las máquinas y la tecnología construidas por el humano, imagen recurrente de la extracción, explotación y destrucción de recursos vitales.

Figura 1
Tierra contaminada con petróleo de antiguo pozo de Texaco, Lago Agrio, Ecuador.

Nota.
Fotografía Paul Rosero
Contreras. Estudio Dos Islas, 2016.



La biodegradación es un proceso complejo de transformación físico-química de polímeros en unidades más pequeñas mediado por microorganismos como bacterias y hongos (Chiellini & Solaro, 1996; Shah et al., 2008). En otros nóveles estudios también se han probado los llamados super-gusanos (*Zophobas morio*) para consumir poliestireno (Sun et al., 2022). En nuestro caso, los microorganismos utilizados, los hongos, son capaces de degradar bioquímicamente, asimilar y metabolizar compuestos orgánicos complejos, xenobióticos y sustancias recalcitrantes para satisfacer sus necesidades energéticas (Amobonye et al., 2021; Harms et al., 2011). Varios organismos y diferentes mecanismos están siendo investigados actualmente para mejorar y promover la biodegradación de polímeros complejos y contaminantes derivados del petróleo, así como derrames de este hidrocarburo.

Bajo estas premisas hemos desarrollado experimentos de hibridación y metabolización de plásticos con la producción de objetos escultóricos que los sustentan o encapsulan en la medida en que crece el micelio de hongos ganoderma (*Ganoderma lucidum*) y ostra (*Pleurotus ostreatus*). La materia que compone estas esculturas es un híbrido entre el reino *fungi* y lo que la empresa Bakelite auguró como el reino plástico.

Figura 2
Experimentos de biodegradación de colillas de cigarrillos con hongos ganoderma

Nota.
Inoculación y fotografías Paulette Goyes. Estudio Dos Islas, 2020.



EL PENSAMIENTO DE LAS PLANTAS O LA INTELIGENCIA NO-HUMANA

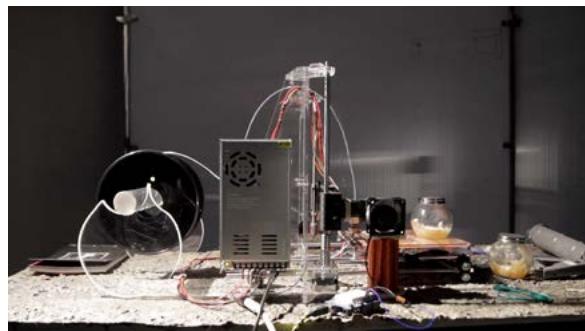
En el año 2013, inicié una investigación sobre la posibilidad de hibridación de distintos tipos de materiales de origen disimil. Utilizando filamento de ácido poliláctico (PLA) de impresión 3D y agar inoculado con cultivo líquido de melena de león (*Hericium erinaceus*), alimenté una máquina bioimpresora casera para esculpir objetos con la forma de plantas y árboles. Este ejercicio buscó la posibilidad de crear las condiciones para que el PLA hospede al hongo y estructure la conformación de un objeto híbrido que apunta a enfatizar la multiplicidad de relaciones entre las partes de un ecosistema.

Figura 3

Máquina bioimpresora 3D casera y esculturas híbridas de PLA y hongo melena de león

Nota.

Paul Rosero Contreras.
Estudio Dos Islas, 2014.



Años después, desarrollamos un segundo experimento a gran escala en la forma de una instalación multimedios que presenta un proceso de metabolización de micelio creciendo en sustrato de aserrín y desechos plásticos como materia heterogénea para el desarrollo de un bosque de cactus y suculentas. En este desarrollo, reconocemos las capacidades de resolución de adversidades, adaptabilidad y lucha por recursos, que son características de un tipo de inteligencia no-humana para la supervivencia. El cactus fue propuesto como una analogía de resistencia a condiciones extremas.

El impulso de sobrevivir es un universal biológico. Darwin (citado en Calvo et al. 2020, p. 16) en 1871 afirmó que “la inteligencia se basa en la eficiencia de una especie para hacer las cosas que necesita para sobrevivir”. El comportamiento inteligente generalmente se reconoce cuando los organismos individuales, incluidas las plantas, frente a circunstancias del mundo real ferozmente competitivas o adversas, cambian su comportamiento para mejorar su probabilidad de supervivencia (Calvo et al., 2020).

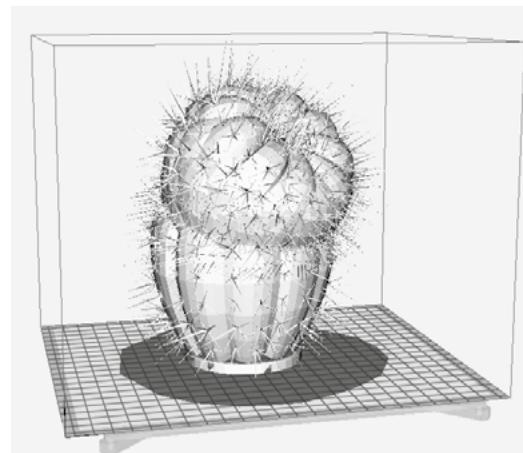
La depredación y la enfermedad representan otras contingencias inciertas y variables. Siempre que el ambiente no mate prematuramente al organismo (lo que es bastante común en la germinación de semillas), habrá una compatibilidad o congruencia que forme una unidad entre la estructura de su ambiente y la del individuo. Mientras exista esta compatibilidad, el ambiente y el individuo actúan como fuentes mutuas de perturbación, cambiando el estado interno de este último en una forma de acoplamiento estructural (Maturana & Varela, 1980, 1987; Varela, 1979). Una suerte de empatía forzada y mutualismo. Entonces, el comportamiento generalmente se reconoce como inteligente cuando un organismo individual en circunstancias ferozmente competitivas o amenazantes modifica su comportamiento para mejorar sus posibilidades de supervivencia. Estas circunstancias las experimentan las plantas y todos los demás organismos que viven en ambientes salvajes del mundo real y en los que la supervivencia es una incertidumbre muy común (Gilbert, 2001; Trewavas, 2003).

ROERO**Figura 4**

Esculturas híbridas de sustrato mixto de aserrín y desechos plásticos

Nota.

Modelo y fotografía Paul Rosero Contreras. Estudio Dos Islas, 2021.



En 1897, el creador de las mediciones de coeficiente intelectual (CI), Alfred Binet, publicó un breve libro de sus observaciones sobre el comportamiento de los protozoos que describió como inteligente. En esta línea, Margulis y Sagan afirman que “la mente puede ser el resultado de la interacción de las células. La percepción de la mente y el cuerpo son procesos autorreflexivos y autorreferidos por igual, ya presentes en las primeras bacterias” (1995, p. 32).

Debido a que la evolución juega con material ya disponible, el comportamiento inteligente en organismos más complejos no apareció como novedad, sino que estuvo presente antes de las principales divisiones evolutivas en plantas, hongos y animales (Clark, 2010, 2013). Los sistemas nerviosos han elaborado lo que ya existía en los progenitores unicelulares. En consecuencia, la inteligencia de cualquier organismo debe juzgarse en el marco del entorno en el que evolucionó y la idea de que las plantas son inteligentes ha sido controvertida desde que se describió por primera vez (Trewavas, 2003). En réplica, hay tres críticas publicadas (Alpi et al., 2007; Chamowitz, 2018; Firn, 2004). Las dos primeras ya han sido respondidas en forma impresa (Trewavas, 2004, 2007). La tercera, aún está por responderse.

En el proyecto *El pensamiento de las plantas*, adoptamos las premisas de la inteligencia vegetal en comunión y simbiosis con los hongos que, subterráneamente, permiten la proliferación de un bosque. Así, el accionar de las micorrizas es nuestra principal fuente de referencia interespecífica.

En 1955, con la publicación de los primeros estudios de Mosse en Inglaterra, las micorrizas dejaron de considerarse como excepciones y se aceptó su importancia y generalidad reales. En tiempos más recientes, numerosos hallazgos fósiles han permitido determinar que el origen y presencia de las micorrizas son enormemente antiguos, pues se han llegado a encontrar esporas

de *Glomeromycota* en estratos de hasta 460 millones de años de antigüedad, pertenecientes al período Ordovícico. Las formas arbusculares ya se encuentran bastante extendidas en el momento de aparición de las primeras plantas terrestres en el registro fósil, hace 400 millones de años. Estas plantas, como la especie *Aglaophyton major*, carecían de auténticas raíces, presentando únicamente un tallo subterráneo o rizoma del que sobresalían varios tallos aéreos. La absorción de nutrientes, por tanto, recaía casi exclusivamente sobre el hongo micorrícico, por lo que se puede decir que la presencia de estos fue imprescindible para la extensión de la vida vegetal a tierra firme, tras la cual llegarían posteriormente los animales (Curtis y Sue Barnes, 2003).

Figura 5
Instalación El Pensamiento de las Plantas, esculturas híbridas de sustrato mixto de aserrín y desechos plásticos

Nota.
Fotografías
Paul Rosero
Contreras.
Estudio Dos Islas,
2021.



Las críticas a la noción de inteligencia vegetal anotan que, primero, existe la idea de que los sistemas nerviosos son necesarios para la inteligencia. El contraargumento es que el comportamiento inteligente se reporta en células individuales y bacterias. Dichos organismos obviamente no tienen un sistema nervioso, pero usan información eléctrica y señalización de Ca²⁺ como lo hacen las plantas superiores (Calvo et al., 2020).

En segundo lugar, está la influencia de la experiencia de laboratorio en las percepciones del comportamiento de las plantas. La necesidad de examinar el comportamiento y la inteligencia de las plantas en circunstancias silvestres (del mundo real) se indicó en Trewavas (2003).

El entorno único del laboratorio con plantas individuales cultivadas en condiciones ideales y no amenazadas disfraza la realidad de la vida vegetal silvestre y el comportamiento real y la adaptabilidad. Entonces, la razón del comportamiento inteligente no es evidente y se descarta como no relevante (Chamowitz, 2018). Sin embargo, un mejor conocimiento de la literatura ecológica es un contraargumento efectivo para esta crítica, pues en ecología hay colaboración y no solo competencia.

El tercer tema es la relación de la adaptabilidad con la inteligencia. El término “adaptabilidad” se usa para referirse a la planta individual, con las consecuencias que se derivan de la individualidad. Darwin siempre creyó que la selección comenzaba con el individuo y los escritos evolutivos posteriores pusieron como primer paso los cambios en el comportamiento (Mayr, 2001). La inteligencia del organismo individual puede entonces dividirse en tres sistemas separados, pero complejos: comportamiento, adaptabilidad y entornos.

El comportamiento de cualquier individuo probablemente depende del comportamiento de esas otras plantas que lo rodean (ejemplos de esto se ilustran en Bazzaz, 1996, pp. 112-114). Percibir la identidad potencial de vecinos competitivos y, por lo tanto, responder de manera beneficiosa a ellos proviene de una variedad de información: la intensidad, calidad y dirección cambiantes de la luz, dirección y concentraciones de volátiles, sustancias químicas secretadas por raíces, contacto directo e información a través de redes de micorrizas (Novoplansky, 2009; Trewavas, 2016).

Las diferencias inteligentes entre los individuos deberían marcar una diferencia material, pero la inteligencia óptima en cualquier individuo probablemente se limite a entornos particulares. En nuestros experimentos, los entornos no fueron completamente controlados. La temperatura ambiental fue distinta al usar dos espacios diferentes durante la producción. Uno en la ciudad de Quito, en el centro del planeta; y el otro en el cálido valle de Cumbayá, ambos en Ecuador. Así mismo, al momento de exhibir la instalación, las piezas viajaron a la ciudad de Cuenca, al sur de Los Andes y ocuparon un antiguo museo donde la temperatura y la humedad eran muy diferentes a las de la capital. Sin embargo, en las tres latitudes obtuvimos buenos resultados.

De esta manera, confirmamos que la inteligencia se relaciona con la habilidad con la que se puede utilizar la adaptabilidad en diferentes entornos. Aprender sobre el entorno contribuirá a la habilidad requerida, pero el aprendizaje es

un comportamiento adaptativo (Plotkin, 1988). También consideramos que la adaptabilidad puede ser un término genérico que, en realidad, cubre una gama de rasgos de comportamiento. El reconocimiento de la presencia de capacidades inteligentes que incorporen adaptabilidad mejorará la apreciación y la investigación sobre el potencial de especies como los hongos actuando en la metabolización de desechos plásticos.

Como humanos somos muy conscientes de nuestra propia inteligencia y la inteligencia humana es tan común por experiencia y discusión, que somos reacios a admitir que otros organismos también pueden ser inteligentes. Imponemos nuestra propia visión antropocéntrica sobre todos ellos, lo que lleva a expectativas de movimiento visible como expresiones de inteligencia que en las plantas o en los hongos no se pueden cumplir.

Una buena razón biológica para la inteligencia humana no es evidente porque la supervivencia ya no es una consideración. Vemos que en generaciones jóvenes el instinto reproductivo no es primordial en la relación social. Cuando se usa la palabra inteligencia para describir las cualidades conductuales de otros organismos, no se reconoce su relación necesaria con la supervivencia o con la capacidad de resolución de adversidades. Los mecanismos del comportamiento inteligente entre plantas y animales son completamente diferentes y, dentro de esa diferencia, deben ser entendidos como un lenguaje no simbólico, por ejemplo.

Al considerar a las plantas como organismos que se refieren a sí mismos y que han terraformado el planeta que habitamos, abrimos paso a una mejor comprensión de las interacciones y la comunicación planta-planta y, como consecuencia, una comprensión más profunda de las relaciones ecológicas, como la cooperación y el altruismo entre las plantas, en lugar de la pura lucha darwiniana por la vida (Dudley, 2015). Así mismo, vislumbramos una mejor interacción con el humano, que funciona en total dependencia de las plantas y no en viceversa.

Si los aspectos inteligentes de la vida vegetal se ajustan a la mayoría de los conceptos y la evidencia fáctica lo respalda, entonces debemos describir las plantas como seres inteligentes, no porque queramos o elijamos arbitrariamente hacerlo, sino porque lo son (Calvo et al., 2020). O, quizás, debamos inventar otro vocabulario que admita estos aspectos y no encienda las alarmas de una innecesaria negativa antrópica.

Dos psicólogos, Legg y Hunter (2007) recopilaron todas las definiciones de inteligencia que pudieron encontrar, 70 en total, y proporcionaron un consenso de lo que llamaron con razón “inteligencia universal”. En un ejercicio semántico, Calvo et al. (2020) reemplazaron la palabra agente por planta y, aquí incluimos también a hongo como variante. Así, tenemos: “1) La inteligencia es una propiedad que tiene una planta individual cuando interactúa con su entorno; 2) la inteligencia está relacionada con la capacidad de las plantas para tener éxito o beneficiarse con respecto a alguna meta u objetivo; 3) la inteligencia depende de la capacidad de la planta para adaptarse a diferentes objetivos y entornos” (Legg & Hunter, 2007, p. 5).



El individuo y el grupo en interacción muestra signos de inteligencia. La definición más completa destaca la importancia del individuo: “La inteligencia es la facultad que se ocupa de la adaptabilidad intencional de los medios a los fines”, anotó Romanes (1884, p. 18) al referirse a la inteligencia animal. Stenhouse (1974) indica que la inteligencia es un “comportamiento adaptativamente variable durante la vida del individuo” (p. 1). El objetivo que sustenta la intención y la inteligencia resuelta en las plantas individuales es, por supuesto, la supervivencia; el número máximo de hermanos viables generalmente requiere otras plantas de la misma especie para la fertilización.

Tanto en plantas como en humanos y en los hongos se produce este enunciado y tras obtener fuentes de alimentos necesarios para sobrevivir, se generan medios de reproducción.

CONEXIONES PLANETARIAS Y EL RIZOMA

Desde el año 2019, venimos trabajando en las costas de Esmeraldas, Ecuador, con colegas biólogos de la Universidad San Francisco de Quito. En este sitio, la cantidad de redes fantasma varadas en arrecifes rocosos ha aumentado dramáticamente en los últimos diez años, provocando cambios donde antes había una gran abundancia de diversidad de vida marina. La salud de un arrecife depende de varios factores interconectados. Si una red obstaculiza el paso de la luz, un coral no puede fotosintetizar y los otros animales que viven alrededor también se perjudican. El efecto ecosistémico se manifiesta debajo y arriba del agua. Dada esta premisa, comenzamos a trabajar en la extracción de dichas redes y en su procesamiento para un posible reuso. De esta manera, el nylon y monofilamento que forman las artes de pesca entraron en nuestros experimentos de biodegradación como otro tipo de plástico a tratar. En este contexto, la noción de hibridación insertada en la producción

de objetos se alinea a conceptos de interconexión. Los componentes de ecosistemas marinos y terrestres fluyen de ida y vuelta en un reordenamiento sistémico. ¿Cómo conectar un coral con un hongo terrestre?

En el marco de la conferencia “Rizomas”, celebrada en la Universidad Diego Portales en Santiago de Chile, en abril de 2022, como ponente principal decidí revisitar el concepto de rizoma escrito en 1977 por Deleuze y Guattari (publicado en *Mil Mesetas, capitalismo y esquizofrenia* en 1980) y ponerlo en relación con mi trabajo interespecies. Aquí anoto algunas ideas al respecto.

Las características de rizoma presentan principios congruentes y, otros, al parecer, opuestos a las aplicaciones desarrolladas en las instalaciones artísticas descritas anteriormente. Los principios 1 y 2 relacionados con la conexión y heterogeneidad, desde el punto de vista de la construcción de un sistema acentrado, en constante circulación de estados, tiene que ver con su condición de “conectable, alterable, modificable, con múltiples entradas y salidas, con sus líneas de fuga (...). Cualquier punto del rizoma puede ser conectado con cualquier otro, y debe serlo” (Deleuze y Guattari, 1980, p. 26). Así funcionó el ensamblaje de los cactus y suculentas, compuestos de partes alterables.

El 3er principio de multiplicidad, donde se estima que no hay unidad que sirva de pivote y que una multiplicidad no tiene ni sujeto ni objeto, sino determinaciones, tamaños, dimensiones, que no pueden aumentar sin que ella cambie de naturaleza (a medida que aumenta sus conexiones), es particularmente analógica al crecimiento del micelio en el sustrato híbrido. Aumenta en la medida en que encuentra su alimento, en parte, también disponible en el carbono del desecho plástico. En esa expansión asistimos a un cambio de naturaleza de orgánico a híbrido.

Un 4º principio se refiere a la ruptura asignificante, donde un rizoma puede ser roto, interrumpido en cualquier parte, pero siempre recomienza según esta o aquella de sus líneas; es también un simil preciso a nuestras esculturas. La multiplicación se puede dar injertando cualquiera de sus partes y así recomienza en otra línea de fuga.

Los principios 5º y 6º sobre cartografía y calcomanía son un caso particular. Los autores anotan que un rizoma no responde a ningún modelo estructural o generativo, es ajeno a toda idea de eje genético o pivote a partir del cual se organizan estadios sucesivos. Me pregunto si existe realmente algo en la naturaleza que no funcione de esta manera. Si el concepto mismo de rizoma se basa en una analogía con lo que en botánica representa, vemos que un rizoma es un tallo subterráneo con varias yemas que crecen de forma horizontal emitiendo raíces y brotes herbáceos de sus nudos. Los rizomas crecen indefinidamente, y con el curso de los años mueren las partes más viejas, pero cada año producen nuevos brotes, de ese modo pueden cubrir grandes áreas de terreno. Es decir, es precisamente generativo y nuestro caso, regenerativo, al producir un segundo estadio vital tanto al desecho plástico como los sobrantes de madera producidos en el corte de árboles.

En esta línea, la tensión más notoria se produciría entonces en la oposición a la lógica del árbol, que según dicen los autores, es una lógica del calco y

la reproducción. Muy distinto es el rizoma: mapa y no calco. Si el mapa se opone al calco es precisamente porque está totalmente orientado hacia una experimentación que actúa sobre lo real. El mapa no reproduce un inconsciente cerrado sobre sí mismo, lo construye. Nuestros bosques de cactus son emergentes, se construyen, pero sobre un modelo contemporáneo de árbol. Un árbol que trabaja colectivamente utilizando micorrizas como simbionte significativo.

En ambos proyectos relacionados con la utilización del micelio, las formas que desarrollé eran árboles, cactus o suculentas. En ese sentido, se plantea una disyuntiva en cuanto Deleuze y Guattari reniegan de la cultura arborescente, anotando:

estamos cansados del árbol. No debemos seguir creyendo en los árboles, en las raíces o en las raicillas, nos han hecho sufrir demasiado. Toda la cultura arborescente está basada en ellos, desde la biología hasta la lingüística. Los sistemas arborescentes son sistemas jerárquicos que implican centros de significado y de subjetivación, autómatas centrales como memorias organizadas

— (1980, p. 20).

Figura 7

Serigrafía sobre papel de fibras orgánicas parte del proyecto
Anticipación a una ausencia (después de E.O. Wilson)

Nota.

Fotografías Paul Rosero Contreras.
Estudio Dos Islas, 2014.



Si embargo, si nos enfocamos en la parte final del texto publicado en 1980, donde a manera de conclusión, Deleuze y Guattari (1980) aciertan diciendo: **el capitalismo universal y en sí no existe, el capitalismo está en la encrucijada de todo tipo de formaciones, siempre es por naturaleza neo-capitalismo; desgraciadamente inventa una versión oriental y otra occidental, y la transformación de ambas.**

De todas formas, estas distribuciones geográficas no nos llevan por el buen camino. ¿Estamos en un callejón sin salida? Qué más da. Si de lo que se trata es de mostrar que los rizomas tienen también su propio despotismo, su propia jerarquía, que son más duros todavía, está muy bien, puesto que no hay dualismo, ni dualismo ontológico aquí y allá, ni dualismo axiológico de lo bueno y de lo malo, ni tampoco mezcla o síntesis americana. En los rizomas hay nudos de arborescencia, y en las raíces brotes rizomáticos. Es más, hay formaciones despóticas, de inmanencia y de canalización, específicas de los rizomas. En el sistema trascendente de los árboles hay deformaciones anárquicas, raíces aéreas y tallos subterráneos. Lo fundamental es que el árbol-raíz y el rizoma-canal no se oponen como dos modelos: uno actúa como modelo y como calco trascendente, incluso si engendra sus propias fugas; el otro actúa como proceso inmanente que destruye el modelo y esboza un mapa, incluso si constituye sus propias jerarquías, incluso si suscita un canal despótico

— (1980, pp. 24-25).

Como una línea fuga entonces, planteo la idea de la tecnología para la creación en contraste a la tecnología utilizada para el extractivismo, precisamente para crear árboles híbridos mediante distintas metodologías, sean estas con impresión 3D con máquina de código abierto o procesos biotecnológicos con micelio. La metáfora se levanta basada en la cooperación de las micorrizas, presentes en los bosques y responsables de la transmisión de nutrientes y comunicación entre individuos (Wohlleben, 2016). En este sentido, la jerarquía es moldeable, es circunstancial, no rígida, sino adaptable al advenimiento, es creación constante, supervivencia y ser-en-constante-emergencia. Un proceso que no cesa de extenderse, interrumpirse y comenzar de nuevo (Deleuze y Guattari, 1980).

Los plásticos, encontrados tanto en tierra como en el agua, participan como parte, como actante. Desde colillas de cigarrillos que son celulosa de aceitato, hasta redes de nylon o las botellas plásticas de PET y el filamento de impresión 3D de PLA, hay una construcción de un mapa de resiliencia que mantiene la vida en suspensión, en el intersticio. Son sistemas acentrados, redes de autómatas en los que la comunicación se produce entre dos vecinos cualesquiera, orgánicos y artificiales, en los que los tallos o canales no preexisten, en los que los individuos son todos intercambiables definiéndose únicamente por un estado en un momento determinado, de tal manera que las

operaciones locales se coordinan y que el resultado final global se sincroniza independientemente de una instancia central. Así, no se reduce ni a lo Uno ni a lo Múltiple, es emergente y hay constante participación de las partes.

El concepto de rizoma ha sido valioso y emancipador. Cuando empezamos a observar algunas de sus imposibilidades o de sus cierres, debemos rebuscar nuevas líneas de fuga. En nuestras esculturas, incluimos la hiperheterogeneidad como alternativa ante una analogía que, en su tiempo, no asumió lo inorgánico y sintético como parte de la interacción sistémica. Se mantiene entonces la ebullición de la variación, expansión, conquista, captura, inyección. No es vertical, no es multipolar, ni horizontal, es indefinida y, lo esencial, es que sirve para conquistar, capturar.

Como precisa Ivars acertadamente:

Cuando hemos comprobado hace tiempo que la vida individual y social se cifra más en fenómenos de simbiosis que de captura, más en cooperaciones que en competiciones, resulta un sinsentido que nuestras prácticas sociales asuman sin más el rol de conquista propuesto por el árbol o el rizoma y no manejemos instrumentos menos colonizadores, menos expansivos. No se trata de ser ingenuos y de conceder simplemente que el rizoma ha sido utilizado groseramente, maliciosamente, en beneficio de los más poderosos; se trata de hacer otro aprovechamiento menos simple y brutal de nuestras capacidades [...].

Quizás se trate de crecer interiormente, por plegamiento, sin capturar más de lo imprescindible; sin tener que acumular objetos o absorber teorías y consumos que no dejan de competir entre sí; sin sofocar al planeta; sin consumir más de lo necesario... Oscilar entre momentos de captura y suelta, ir de aquí a allá, reconocer a la vida un funcionamiento sistólico y diastólico, discontinuo, intermitente

— (2021, pp. 12 - 13).

Es imposible acabar con las hormigas, puesto que forman un rizoma animal que, aunque se destruya en su mayor parte, no cesa de reconstituirse (Deleuze y Guattari, 1980). Así como es imposible desaparecer a los plásticos. En perspectiva, de las líneas segmentarias surgen líneas de fuga, que conectan el afuera con el adentro, como la luz que absorben las hojas son transmitidas al árbol hasta sus raíces. En este caso, la planta recibe del hongo principalmente nutrientes minerales y agua, y el hongo obtiene de la planta hidratos de carbono y vitaminas que él por sí mismo es incapaz de sintetizar mientras que planta lo puede hacer gracias a la fotosíntesis y otras reacciones internas.

Por eso es tan importante intentar otra operación, inversa pero no simétrica: volver a conectar los calcos con el mapa, relacionar las raíces o los árboles con un rizoma. La idea de la criptomonedas usa una noción de sistemas descentralizados, pero termina siendo un invento más de un capitalismo rampante. ¿Es posible que en la multiplicidad recaiga la posibilidad de una no-estructura de poder? ¿Un poder o muchos poderes?

Lo fundamental es producir inconsciente y, con él, nuevos enunciados, otros deseos: el rizoma es precisamente esa producción de inconsciente. Y, por el momento, lo dejamos en suspenso a la espera de futuras reflexiones.

Agradecimientos por su colaboración en los proyectos a: Tom Leeser, Tom Jennings, Pedro Rosero, Paulette Goyes, Shirley Iza, Mateo Jaramillo y Anna Shvets.

REFERENCIAS

A Alpi, A., Amrhein, N., Bertl, A., Blatt, M. R., Blumwald, E., Cervone, F., Dainty, De Michelis M. I., Epstein, E., Galston, A. W., Goldsmith, M. E. M., Hawes, C., Hell, R., Hetherington, A., Hofte, H., Juergens, G., Leaver, C. J., Moroni, A., Murphy, A. ... & Wagner, R. (2007). Plant neurobiology: no brain, no gain. *Trends in Plant Science* 12(4), 135–136. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2007.03.002>

B Amobonye, A., Bhagwat, P., Singh, S., & Pillai, S. (2021). Plastic biodegradation: Frontline microbes and their enzymes. *Science of The Total Environment*, 759, 143536. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143536>

C Bazzaz, F. A. (1996). *Plants in changing environments*. Cambridge University Press.

D Brown T. (2022), National Geographic Society, Recuperado de <https://education.nationalgeographic.org/resource/ecology>, última entrada 20 agosto 2022.

E Calvo, P., Gagliano, M., Souza, G. M., & Trewavas, A. (2020). Plants are intelligent, here's how. *Annals of Botany*, 125(1), 11–28. <https://doi.org/10.1093/aob/mcz155>

F Chamowitz, D. (2018). Plants are intelligent; now what. *Nature Plants*. 4(9), 622–623. <https://doi.org/10.1038/s41477-018-0237-3>

G Chiellini, E., & Solaro, R. (1996). Biodegradable polymeric materials. *Advance Materials*, 8, 305–313. <https://doi.org/10.1002/adma.19960080406>

H Clark, K. B. (2010). Origins of learned reciprocity in solitary ciliates searching grouped 'courting' assurances at quantum efficiencies. *Biosystems*, 99(1), 27–41.

I Clark, K. B. (2013). Ciliates learn to diagnose and correct classical error syndromes in mating strategies. *Frontiers in Microbiology*, 4, 229. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00229>

J Curtis H. y Sue Barnes, N. (2003). *Invitación a la Biología*. Panamericana.

K Darwin, C. (1871). *The descent of man*. John Murray.

L Deleuze, G. y Guattari, F. (1980). *Mil mesetas capitalismo y esquizofrenia*. Les Editions de Minuit.

M Dudley, S. A. (2015). Plant cooperation. *AoB Plants*, 7, plv113. <https://doi.org/10.1093/aobpla/plv113>

N Firn, R. (2004). Plant intelligence: an alternative viewpoint. *Annals of Botany*, 93, 345–351.

O Fried, J. R. (1995). *Polymer Science and Technology*. Prentice Hall.

P Gibbens, S. (2022). Plastic Bag Found at the Bottom of World's Deepest Ocean Trench. *National Geographic Society*. <https://education.nationalgeographic.org/resource/plastic-bag-found-bottom-worlds-deepest-ocean-trench>

Q Gilbert, S. F. (2001). Ecological development biology: developmental biology meets the real world. *Developmental Biology*, 233(1), 1–12. <https://doi.org/10.1006/dbio.2001.0210>

R Harford, T. (19 de agosto 2017). El millonario belga que inventó el plástico practicando su hobby favorito. *BBC News Mundo*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-40943571>

S Harms, H., Schlosser, D., & Wick, L. Y. (2011). Untapped potential: Exploiting fungi in bioremediation of hazardous chemicals. *Nature Reviews Microbiology*, 9(3), 177–192. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2519>

T Ivars, J. (7 de septiembre de 2021). Capturar y soltar: a propósito de 'Rizoma' de Deleuze y Guattari. <https://www.elsaltodiarrio.com/el-rumor-de-las-multitudes/capturar-y-soltar-a-proposito-de-rizoma-de-deleuze-y-guattari>

U Legg, S., & Hunter, M. (2007). A collection of definitions of intelligence. En B. Goertzel, & P. Wang P (Eds.), *Advances in artificial general intelligence: concepts, architectures and algorithms*. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications* (pp. 17–24). IOS Press.

M Margulis, L., & Sagan, D. (1995). *What is life?* Weidenfeld and Nicolson.

Matjašić, T., Simčić, T., Medvešček, N., Bajt, O., Dreš, T., & Mori, N. (2021). Critical evaluation of biodegradation studies on synthetic plastics through a systematic literature review. *Science of The Total Environment*, 752, 141959. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141959>

Maturana, H. R., & Varela, F. G. (1980). *Autopoiesis and cognition: the realization of the living.* Reidel.

Maturana, H. R., & Varela, F. G. (1987). *The tree of knowledge.* Shambhala.

Mayr, E. (2001). *What evolution is.* Basic Books.

Millet, H., Vangheluwe, P., Block, C., Sevenster, A., Garcia, L., & Antonopoulos, R. (2018). The nature of plastics and their societal usage. En R. E. Hester (Ed.), *Plastic and the Environment* (pp. 1-20). Royal Society of Chemistry's.

N Novoplansky, A. (2009). Picking battles wisely: plant behaviour under competition. *Plant, Cell and Environment*, 32(6), 726-741. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2009.01979.x>

P Plastic Europe. (2021). *Plastics—The Facts 2021: An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data.* <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2021>

Plotkin, H. C. (1988). Learning and evolution. En H. C. Plotkin (Ed.), *The role of behaviour in evolution* (pp. 133-165). MIT Press.

R Romanes, G. J. (1884). *Animal intelligence.* Kegan Paul, Trench, Trubner & Co. Ltd.

Ruggiero M.A., Gordon D.P., Orrell T.M., Baille N., Bourgoin T., et al. (2015), A Higher Level Classification of All Living Organisms. *PLOS ONE*, 10(4), e0119248. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119248>

S Shah, A. A., Hasan, F., Hameed, A., Ahmed, S. (2008). Biological degradation of plastics: A comprehensive review. *Biotechnology Advances*, 26(3), 246-265.

Stenhouse, D. (1974). *The evolution of intelligence. A general theory and some of its implications.* George Allen and Unwin.

Sun, J., Prabhu, A., Aroney, S., & Rinke, C. (2022). Insights into plastic biodegradation: community composition and functional capabilities of the superworm (*Zophobas morio*) microbiome in styrofoam feeding trials. *Microbial Genomics*, 8(6). <https://doi.org/10.1099/mgen.0.000842>

T Temporiti, M. E. E., Nicola, L., Nielsen, E., & Tosi, S. (2022). Fungal Enzymes Involved in Plastics Biodegradation. *Microorganisms*, 10(6), 1180. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10061180>

Trewavas, A. J. (2003). Aspects of plant intelligence. *Annals of Botany*, 9(1), 1-20. <https://doi.org/10.1093/aob/mcg101>

Trewavas, A. J. (2004). Aspects of Plant Intelligence—an Answer to Firn. *Annals of Botany*, 93(4), 353-357. <https://doi.org/10.1093/aob/mch059>

Trewavas, A. J. (2007). Response to Alpi et al.: Plant neurobiology – all metaphors have value. *Trends in Plant Science*, 12(6), 231-233. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2007.04.006>

Trewavas, A. J. (2016). Plant intelligence: an overview. *Bioscience*, 66(7), 542-551. <https://doi.org/10.1093/biosci/biw048>

V Varela, F. (1979). *Principles of biological autonomy.* Elsevier-North Holland.

W Wohlleben, P. (2016). *The Hidden life of Trees.* Greystone Books.

Z Zeghal, E., Vaksmaa, A., Vieffaure, H., Boekhout, T., & Niemann, H. (2021). The Potential Role of Marine Fungi in Plastic Degradation—A Review. *Frontiers in Marine Science*, 8, 738877. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.738877>