

Los biomateriales como camino alternativo en el área del diseño

Francisco Tardini^(*)

Resumen: Debido a los problemas ambientales y a la sobreexplotación de los recursos naturales, se busca generar nuevas alternativas en el mundo del diseño. Hoy en día la investigación de nuevas materialidades puede contribuir a soluciones conjuntas, que apunten a producciones circulares. El objetivo de este estado de la cuestión es analizar el rol que están ocupando en la actualidad los materiales biodegradables, generados a partir de organismos vivos.

Palabras claves: Diseño industrial - Material nuevo - Desarrollo sostenible - Ecología - Recursos renovables - Recursos no renovables - Biología - Desperdicio - Hongo - Cambio climático.

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 276]

^(*) Especialización en Sociología del Diseño (DISO) Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo – UBA Diseño industrial en productos / Instituto superior de comunicación visual. Fundación Rosario diseño.

Introducción

En los últimos años el cambio climático se ha intensificado, sobre todo por la contaminación y la explotación de los recursos naturales. El impacto ambiental negativo debido a la acción humana se agudiza cada vez más y el consumismo a gran escala en la sociedad contemporánea crece día a día. Es por esto que la mayoría de las industrias como por ejemplo la textil, construcción, diseño, metalúrgica, entre otras, aumentan cada vez más las demandas sobre los materiales que se usan convencionalmente. Como es el caso del algodón, el acero, el cemento, o el plástico que en sus etapas iniciales significaron una gran mejora para la humanidad, pero sus desmedidos usos a través del tiempo están produciendo un impacto adverso que comienza a notarse gradualmente en la actualidad. Potentes tormentas, fuertes vientos,

sequías, incendios, e intensas precipitaciones que dan lugar a inundaciones son algunos de los efectos perjudiciales que el planeta ya está sufriendo.

Manzini (2020 [2015]) afirma:

Hoy nos toca vivir un tiempo de inestabilidad en el que conviven dos realidades en conflicto: de un lado, el viejo y “despreocupado” mundo que se desentiende de las limitaciones del planeta, y del otro, el que las reconoce y, en consecuencia, pone en marcha procedimientos que permiten transformar esas limitaciones en oportunidades. (p. 3).

El autor sostiene que estas realidades son muy distintas, la primera es la que la mayoría toma como referencia y que configura las estructuras económicas e institucionales. La segunda en cambio podría verse como un grupo de islas en donde se piensa y se actúa de manera muy diferente.

A causa de estos impactos negativos es que la industria, diseñadores, arquitectos, ingenieros, científicos, entre otros, tienen el desafío de explorar y crear nuevas alternativas que puedan generar un cambio positivo. Debido a estos impactos que mencionamos, continuamente para hacerle frente a estos cambios aparecen caminos alternativos que tienen como prioridad el desarrollo sustentable. Cuando hablamos de nuevos materiales, una alternativa que está en pleno crecimiento son los biomateriales. Esta especialidad motiva a repensar la manera en que usamos los recursos y además posibilita que se generen modelos de producción de materiales naturales y compostables, mediante un modelo de economía circular, en donde no se produzcan desechos, y en donde todo se pueda utilizar como materia prima. Usualmente se conoce a los biomateriales como biobasados, que provienen de recursos renovables o como biodegradables, que se descomponen en menos de 180 días.

Es importante que exista información clara y precisa sobre los biomateriales. Es fundamental conocer las propiedades y características para saber el uso que se les puede dar. Ampliar el abanico de opciones de los materiales que se usa siempre es positivo, no solo cuando se habla de sustentabilidad, sino también como innovación estética, funcional y social.

Una de las preguntas que surge respecto a este tema es: ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de los materiales biodegradables en el mundo del diseño contemporáneo?

Como mencionamos anteriormente estos materiales tienen variadas ventajas respecto a la sostenibilidad. Una de ellas es que son totalmente compostables, ya que muchos de ellos se fabrican con materia prima que pueden ser desechos como yerba mate, aserrín, café, entre otros. Otra ventaja es que mayormente los biomateriales son tenidos en cuenta desde un principio en la elaboración de un producto, a diferencia de la manera convencional en donde el diseñador elige el material luego de diseñar el objeto. Esto les permite tener mayores conocimientos sobre el material, ya que muchas veces estos son cultivados por ellos mismos. Las dificultades a las que se podrían enfrentar estos materiales son si verdaderamente se pueden reproducir a grandes escalas, si pueden cubrir las demandas del mercado y si pueden ser competitivos respecto a los materiales convencionales. Esto incluye características técnicas, valor económico, entre otras. Al ser una práctica emergente, todavía falta que se experimente y se explore mucho más. Esto puede generar inconvenientes a la hora de buscar métodos estandarizados de producción del material.

Por esto, el objetivo de este estado de la cuestión es analizar el rol que están ocupando los materiales biodegradables en el área del diseño hasta el día de hoy. Exploraremos las posibilidades que tienen y que pueden llegar a tener los biomateriales respecto a los materiales ya conocidos en la industria. Hay diferentes familias de biomateriales pero en este trabajo nos enfocaremos solamente en biomateriales que se generen a partir de organismos vivos y que sean cien por ciento biodegradables. No solo recorreremos distintos tipos de materiales biodegradables, sino que también consideraremos a los movimientos que incluyen y motivan a usar estos materiales. Como por ejemplo los movimientos *maker*, DIY “hágalo usted mismo”, MDD “diseño guiado por el material”, entre otros. Fressoli (2015) afirma: “El movimiento *maker* y la cultura del hazlo-tu-mismo se han convertido en un nuevo motor de experimentación informal en diversas tecnologías” (pp. 60-61).

Usualmente estas especialidades emergentes no están todavía en una agenda *mainstream*, por eso es importante que se recompile, se ordene y se sintetice la información existente para que pueda ser más fácil acceder a ella.

El trabajo se guía con la idea de Geels (2001) que aborda las cuestiones de cómo se producen las transiciones tecnológicas (TT). El autor toma como referencia la teoría apreciativa de los autores Nelson y Winter (1982). Según Geels las TT no solo involucran cambios tecnológicos, sino que también incluyen cambios en las prácticas de los usuarios, regulaciones, redes industriales, infraestructura, cambios culturales, entre otros. Afirmar también que las innovaciones radicales para lograr las TT se originan primero en pequeños nichos de mercado, ya que estos están protegidos y aislados del mercado “normal”. Usualmente las tecnologías nuevas son costosas y tienen resultados técnicos bajos, es por esto que necesitan de cierta protección. Geels asevera que los nichos son importantes porque proporcionan la motivación para el cambio.

Desarrollo

En el mundo del diseño hay varios movimientos que proponen diferentes maneras de diseñar a las que ya conocemos. Uno de estos es el llamado MDD, diseño guiado por el material, que normalmente trabaja con materiales biodegradables que se puedan auto-cultivar. Esta disciplina se diferencia de la manera convencional, donde usualmente el diseñador prioriza la forma sobre el material, es decir que el material del producto se elige ya en los pasos finales del diseño. En cambio en el MDD el material es el punto de partida. El diseño guiado por el material es una disciplina que cada vez toma más relevancia cuando hablamos de investigación de materiales. Sin embargo los autores Karana, Barati, Rognoli y Zeeuw van der Laan (2015) afirman que en esta especialidad todavía no existe ningún método sistemático de como diseñar cuando el material es el punto de partida. La intención de los investigadores es presentar un método que brinde facilidades para diseñar a través del MDD. Los autores primero nos introducen teóricamente en la especialidad, exponiendo variadas fuentes dispares pero a la vez conectadas sobre teorías de experiencias de los materiales. Para generar el método se guían sobre un caso ilustrativo, que trata de como diseñar a partir de residuos de café molido.

Camere y Karana (2017) nos presentan una visión en donde hacen referencia a una disciplina llamada “*Growing Design*”, esta corriente se trata de que uno pueda cultivar su propio material. Estos autores intentan ampliar el panorama de lo que significa diseñar con organismos vivos en crecimiento como colaboradores. Para esto recorren tres clases de materiales derivados de ellos, como son los hongos (micelio), las bacterias y las algas, todos aplicados al diseño de productos. Afirman que estos tres materiales traen grandes ventajas respecto a la sustentabilidad. Son organismos inagotables. Están ampliamente distribuidos alrededor de todo el mundo. Tienen la características de ser completamente compostables y biodegradables, y esto les ofrece una gran ventaja para poder usarse en productos desechables. “*La posibilidad de fabricar materiales a partir de organismos vivos ofrece atractivas ventajas para el diseño de productos, como una mayor sostenibilidad y una estética novedosa e interesante*” (p. 101). También señalan que hay diferentes características con respecto a la fabricación convencional de un producto. En esta especialidad el material crece hacia una forma, esto permite a los usuarios poder interactuar de una manera diferente. En el proceso creativo los organismos actúan como factores activos y sensibles. Simultáneamente, los mismos pueden ser guiados y manejados por el diseñador para llegar a una forma pretendida. Los autores reflexionan que en un futuro no muy lejano esta especialidad se enfrentara al desafío de buscar el modo de mejorar los métodos de fabricación que exige la industrialización. También añaden que todavía falta reforzar mucho el conocimiento sobre estos materiales.

Los autores Rognoli Y Ayala García (2018) se centran en las emociones que pueden generar ciertos materiales con los diseñadores y los usuarios. “*Cuando interactuamos con productos, relaciones emocionales se activan. Los diseñadores deben ser conscientes de estas relaciones para crear mejores y significativos productos*” (p. 1). Hacen un recorrido enfocándose en dos tipos de materiales emergentes en el mundo del diseño como son los DIY (Materiales auto producidos) y los ICS (Materiales Interactivos, Conectados e Inteligentes). Estas dos clases se diferencian de los convencionales que provienen de la ciencia y la ingeniería, debido a que estos grupos son creados por los diseñadores en conjunto con otras especialidades. Este atributo hace que el diseñador experimente con el producto desde la concepción del material. Los autores desarrollan la manera en que estos grupos de materiales se enfocan en las variadas y diferentes experiencias que se generan entre los creadores durante el proceso de desarrollo. Señalan que los diseñadores pueden usar estas especialidades para desarrollar productos, orientándose en el aspecto emocional. En estos casos los materiales no se eligen en una librería física o virtual como conocemos tradicionalmente, si no que el diseñador se involucra física y personalmente con el material, asegurando que el producto genere una experiencia emocional en los usuarios.

Lupton (2018 [2017]) refleja la importancia de las emociones en el diseño con estas palabras:

Las emociones afectan al diseño de cualquier cosa, desde una familia tipográfica a un logotipo, un altavoz inalámbrico o la aplicación digital de un banco. El éxito de un producto no radica solo en su utilidad básica sino en el significado que cobra en la vida de los usuarios. (p. 63).

Bak-Andersen (2018) desarrolla la importancia que tiene la disciplina emergente MDD en el diseño. Según afirma la autora, la forma convencional de diseñar muchas veces genera una barrera de ignorancia entre el diseñador y el producto, produciendo una falta de conocimiento del material usado. En consecuencia esta falta de conocimiento de los materiales impide que avancemos hacia productos más sustentables. Es por esto que Bak-Andersen expresa la importancia de esta especialidad, ya que una de las ventajas es que el diseñador tiene en cuenta el material desde un comienzo, aunque aclara que esto no significa que el producto termine siendo sostenible. Es por ello que plantea la necesidad de definir características de un diseño para la sostenibilidad realizado con el proceso MDD, con el propósito de saber si es posible generar desarrollos que brinden resultados positivos con una economía circular. Para esto en el artículo se desarrollan cinco casos de diseño en los que se trabajó con el proceso MDD.

Según los autores Girometta et al. (2019) una de las claves para lograr una economía circular es reducir la explotación de los recursos no renovables. El uso del material derivado de los hongos como es el micelio está creciendo en la industria, como por ejemplo los paneles acústicos realizados con este material. Aclaran que pocas empresas desarrollan estos productos, y debido al secreto industrial poco se sabe de los aspectos técnicos. A causa de esto es que los investigadores tienen como objetivo hacer un resumen de las propiedades técnicas y termodinámicas de los paneles acústicos de micelio. Algunos aspectos que tratan son la densidad, aislamiento térmico y acústico, propiedades térmicas y seguridad contra incendios, propiedades mecánicas, deformación elástica, entre otras. Otro aspecto importante que evalúan es el ciclo de vida y la biodegradabilidad. Reflexionan que las propiedades varían altamente dependiendo de las especies de los hongos y que todavía falta explorar mucho más este material, pero hasta la fecha ha mostrado resultados muy competitivos.

Piorecka (2019) en su proyecto de disertación experimenta desarrollando varias sillas usando como principal material el micelio. Ensayo con diferentes modos de cultivación del material y explora las capacidades que este tiene en colaboración con otros, como la madera, el plástico y el hierro. Busca entender las limitaciones y las potencialidades que puede tener este material respecto al diseño de muebles, diseño de interiores y también en algunos aspectos de la arquitectura.

Lee (2019) expone cómo se puede cambiar la manera de diseñar y producir mediante la biofabricación. Afirma que en el laboratorio se puede cultivar materiales y transformarlos en productos en cuestión de días, a diferencia de las maneras convencionales de la industria que pueden tardar hasta meses. Por ejemplo la tela para producir una prenda de ropa, en donde se cultiva la planta, se cosecha el algodón, se procesa y se teje el hilo, y luego posiblemente es trasladada a través del océano para ser cortada, cocida y luego recién convertirse en un producto. Señala que ahorrar todos estos procesos nos ayudara a reducir el consumo de agua, energía, entre otros, hasta producir basura cero. La diseñadora comenta que es posible que estos materiales tengan las cualidades para remplazar a los convencionales. Plásticos, goma espuma, cuero de animales, muebles, pueden ser remplazados por ejemplo por el micelio. Hasta llega a sostener que el ladrillo tradicional también puede ser remplazado. Por ultimo Lee reflexiona que recién ahora estamos conociendo las potenciales tecnologías que nos puede brindar la naturaleza.

Travaglini, Parlevliet y Dharan (2019) también se enfocan en explorar materiales derivados de los hongos como el micelio. Según ellos este puede contribuir a facilitar economías circulares y reducir el impacto ambiental en la industria aeroespacial. A través de la elección adecuada de las diferentes especies de hongos que existen, de correctas condiciones de cultivo, y de una buena combinación con otros materiales, es que se pueden encontrar adecuados usos que replacen algunos materiales convencionales en cabinas de aviones. Como por ejemplo la espuma de poliuretano, usada como aislamiento de baja densidad. Con relación al micelio Cerimi, Akkaya, Pohl, Schmidt y Neubauer (2019) presentan una visión general de productos realizados con micelio. Para esto llevaron a cabo una investigación de las patentes y solicitudes de patentes realizadas entre los años 2009 y 2018. A través de este trabajo se puede llegar a tener una visión general de donde se encuentra la producción de productos con este tipo de material. Por ejemplo en que región se encuentra la mayor concentración de patentes, si existe un crecimiento de solicitudes con el correr de los años, entre otras. El artículo señala que en el transcurso del año 2009 y 2018 se registraron un total de 47 patentes. Las industrias en donde se registraron fueron la textil, embalaje, cuero y automotriz. La mayoría están concentradas en Estados Unidos y China; y también que la mayoría de las empresas son privadas. La búsqueda arrojó que en estas 47 patentes se usaron 27 especies de hongos diferentes. El estudio concluye en que este sector está en pleno crecimiento, y que actualmente y a futuro tiene un gran potencial en la industria.

Por su parte, los autores Elsacker et al. (2020) exploran también las propiedades y los procesos de producción del micelio. Señalan que debido a que es un material emergente todavía no existen los estudios necesarios para lograr procedimientos de estandarización. En esta revisión se intenta evaluar críticamente los datos ya existentes sobre las propiedades y la composición del micelio para así ayudar a acercarse a una estandarización en el proceso de producción. Exponen los diferentes aspectos que se tienen que tener en cuenta a la hora de la producción, como son la forma de la matriz, la especie a elegir, la incubación, la esterilización, periodo de crecimiento, empaque, método de secado, entre otros. Se evalúa cómo impacta cada variable en el resultado final.

Donoso y Wechsler (2020) brindan información acerca de comunidades que desarrollan sus propios biomateriales. Principalmente sobre la cultura DIY, conocida como “hágalo usted mismo”. Se enfocan en comunidades que tienen bases en Latinoamérica y sobre todo en Chile. Los autores exponen sobre varios ejemplos de biomateriales desarrollados por estos grupos. También exploran sobre el uso de estos materiales en el diseño industrial, describiendo varios ejemplos de productos realizados con estos mismos.

En el mundo de la arquitectura y el diseño de interiores la preocupación por la crisis climática no está exenta. Debido a esto es que cada vez más se le da importancia a nuevas alternativas que puedan hacerle frente a estos cambios. Los nuevos materiales son uno de estos frentes, explorar materialidades emergentes que puedan contribuir a la reducción de la explotación de los recursos naturales es cada vez más importantes. Los autores Fuentes y Monereo (2020) investigan y trabajan también con el material micelio. El objetivo es demostrar como este material se comporta en el diseño y la arquitectura, constatando las propiedades como la absorción acústica, térmica y mecánicas. También se evalúan algu-

nos materiales de la construcción que podrían tener características similares a las del micelio, siendo una posibilidad de replazo en un futuro. Durante la investigación se recorren varios ejemplos de antecedentes con el material en el sector del diseño y la arquitectura.

Los autores Lee, Congdon, Parker y Borst (2020) declaran que una de las motivaciones para desarrollar el reporte llamado “*Understanding Bio Material Innovations*” fue una pregunta que se hicieron en la conferencia llamada “Biofabricate’s” en Londres 2019. La misma era si existía un plan de estandarización en el mundo de los materiales biodegradables. La respuesta fue “no”. A partir de ahí es que los investigadores se plantean que antes de establecer pautas de estandarización es necesario saber cómo clasificar a los materiales biodegradables, conocer sus procesos y sobre todo entender y aclarar las expectativas que tenemos sobre ellos. Para esto se contactó y se entrevistó a diferentes expertos e industrias del área. La investigación está centrada en la industria de la moda. Para poder entender mejor y hacer un diagrama sobre los biomateriales se tomaron como ejemplo tres productos usados en dicha industria como son el cuero, el algodón y los sintéticos (poliéster).

Cantera (2020) desarrolla un protocolo para poder cultivar objetos mediante especies fúngicas. Nos introduce al micelio, señala sus propiedades, recomienda que especies son las más comunes para usar y para conseguir actualmente en el mercado Argentino. El artículo hace recomendaciones y detalla el procedimiento desde cero hasta llegar al objeto fúngico deseado.

Laranjeira y Menezes (s. f.)¹ expresan que debido a las problemáticas ambientales, se estimula cada vez más a los profesionales a realizar investigaciones enfocadas en encontrar soluciones sostenibles. Gracias a esto, es que la investigación de materiales está en el foco de muchas soluciones con respecto al diseño de productos basados en economías circulares. Las autoras abordan distintas especialidades basadas en la práctica experimental, como son la investigación dirigida por la práctica (*Practice-led*), el diseño guiado por el material (MDD) y los materiales autos producidos (DIY). Aseveran que estas pueden ayudar a tener una visión y una conciencia más cercana a las preocupaciones referidas a la sostenibilidad.

Los autores Porman y Rodríguez (2021) afirman que debido a las problemáticas ambientales se ha provocado un impulso en los diseñadores y fabricantes a tener una mayor conciencia sustentable. Esto significó un mayor interés por saber de qué están hechos nuestros productos y sobre todo de preguntarse de que podrían estar hechos. Según los autores en la actualidad los desechos que generan la industria alimenticia (8% de las emisiones globales) son una gran oportunidad para los diseñadores, ya que a partir de ellos es que se pueden crear nuevos materiales. Por ejemplo aseguran que la cáscara de papa debido a su alto contenido de almidón es adecuada para realizar bioplásticos. Para sostener esto citan a empresas que trabajan con desechos alimenticios como es la compañía *Chip[s] Board* que crea productos como por ejemplo anteojos de sol a partir de cascaras de papas.

Castro Grinstein (2021) expresa la importancia de pensar en una diversidad de biomateriales en donde cada material sea realizado para ciertas funciones, y no caer en la idea de buscar un solo material que remplace por completo al plástico. Primero porque los biomateriales no tienen las características técnicas de los plásticos, y segundo porque si así fuera caeríamos en el mismo error de explotar un mismo recurso al cien por ciento. Señala que

se debería reemplazar ciertos usos de los plásticos. Según la autora es importante pensar en una diversidad de biomateriales en donde cada característica de cada material sea funcional y coherente en donde se quiera aplicar.

La autora Peric (2021) reflexiona sobre como la crisis climática nos exige a buscar nuevos caminos que ayuden a reducir el impacto que genera nuestro actual modo de vivir. Uno de los puntos que menciona es la posibilidad de aprovechar estos nuevos caminos y poder desarrollar tecnologías en el Sur y para el Sur. Aseverando que es necesario romper con la idea de que la tecnología solo se desarrolla en el Norte. Una de las maneras de acercarse a esto es desmaterializar la producción mediante la biofabricación. La autora toma como ejemplo un proyecto llamado Nodo de BioFabricación Digital apoyado por la comunidad creativa *Fablab* de Chile. Este consiste en una red de laboratorios creativos de código abierto, en donde cada uno tiene distintas herramientas y tecnologías que le permiten abordar ciertos procesos de biofabricación como impresión 3d, rotomoldeado, y termoformado. Fressoli y Smith (2015) afirman: “Los fablabs tienen como objetivo promover la experimentación y el aprendizaje con las nuevas tecnologías” (p. 122).

Según el autor Elaraj (2021) el cuero animal puede ser reemplazado con un cuero realizado a partir de hongos. Esta técnica que usa desechos orgánicos o aserrín fue patentada en el año 2017 y su importancia radica en que se puede realizar en cualquier lugar y sin requerimientos de luz. A comparación del cuero animal en donde se tiene que criar al animal hasta la madurez, el cuero cultivado con hongos tarda cuestión de días en generarse. A pesar de que esta tecnología todavía está en etapa de exploración se afirma que el proceso es simple y se puede completar con grupos mínimos de personas como pueden ser artesanos. Los autores Raman, Kim, Kim, Oh y Shin (2022) sostienen con respecto a la sustentabilidad que el cuero derivado de hongos es una alternativa muy positiva para el medio ambiente y que puede ser una buena opción para reemplazar al cuero animal y al sintético. Aunque todavía es una especialidad emergente, se ha demostrado que son altamente competitivos respecto al cuero bovino y a los sintéticos en cuanto a propiedades técnicas y de costos. Sin embargo hasta ahora la producción está limitada a unas pocas empresas a nivel global. El movimiento “*Do it yourself*” (DIY), en español “hazlo usted mismo”, no solo hace referencia a una práctica, sino más bien a una cultura que cada vez tiene más importancia cuando hablamos de economía circular. Algunas premisas de este movimiento que combate la obsolescencia programada, el consumo compulsivo, entre otras, son: el reciclaje, el consumo responsable, la sustentabilidad, etc. Los materiales no quedan exentos en esta cultura. Cada vez son más los diseñadores que mediante esta práctica exploran los materiales biodegradables. Los autores Laranjeira y Menezes (s. f.) con Donoso y wechsler (2020) coinciden en que esta práctica es un buen camino para el desarrollo sustentable y que cada vez más están en aumento las investigaciones que incluyen desechos y microorganismos vivos como fuente de materia prima. Otro de los autores que hacen referencia a este movimiento son Rognoli Y Ayala García (2018) los cuales al igual que los autores anteriores afirman que esta práctica ayuda a los diseñadores a desarrollar futuros sostenibles. Sin embargo, estos no se enfocan solamente en la cultura DIY como en una solución para el medio ambiente, sino más bien se centran en la importancia que tienen las emociones generadas por la experimentación con el material desde un inicio de la producción.

Siguiendo con los autores mencionados Rognoli Y Ayala García (2018). En una de sus ideas coinciden con el artículo de la autora Peric (2021), en donde se hace mención a la importancia de generar tecnologías pensadas para Latinoamérica. Los autores afirman la importancia que tienen los movimientos DIY en la región del Sur. Esta cultura denominada *maker* impulsa la democratización de la ciencia y la tecnología mediante prácticas de código abierto (*open source*), es decir que cualquier persona puede modificarla y compartirla. Es un movimiento impulsado por el consumidor.

Kusch (1976) refleja la problemática de América Latina con estas palabras:

La tecnología esta entonces condicionada por el horizonte cultural en donde se produce. Uno necesita una máquina para una determinada finalidad que se relaciona con el lugar, el tiempo y las necesidades de una determinada comunidad. Eso es lo natural. Es difícil concebir una tecnología que crea máquinas universalmente, al margen de una utilidad contingente y manifiesta. De modo que a la defensa de la tecnología habría que restarle el margen de universalidad un poco mítica con que la utilizamos. (p 96).

La autora Castro Grinstein (2021) también coincide en la importancia de pensar el diseño a nivel local respecto a la sustentabilidad. Fabricar biomateriales en nuestro propio territorio y con nuestros propios desechos tiene un valor muy positivo para la economía circular. Otras de las prácticas en el mundo del diseño cuando se habla de sustentabilidad es el diseño guiado por el material, más conocido como el MDD. Esta especialidad emergente que cada vez tiene más adeptos rompe con la manera convencional que tienen los diseñadores a la hora de pensar un producto. Los tres artículos que mencionan a esta disciplina expresan la importancia que esta tiene cuando se quieren fabricar productos sostenibles. Señalan las ventajas que el diseñador puede tener cuando se involucra desde un principio con el material, coincidiendo en que esto lo convierte en un experto en el material usado, permitiéndole conocer las ventajas y desventajas en profundidad. Esto le permite generar una conciencia y sensibilidad difícil de lograr de la manera convencional.

En dos de estos tres artículos, uno realizado por Bak-Andersen (2018) y en el de Camere y Karana (2017), los autores critican la falta de un método de estandarizado de como diseñar mediante esta práctica. Expresan la necesidad de que exista un método sistemático que facilite la comprensión de cómo diseñar y producir a través de esta disciplina.

Cuando se habla de materiales biodegradables, el micelio es uno de los más conocidos en el ambiente del diseño y la arquitectura, es uno de los sistemas vivos que más abundan en el planeta. Este material es el más mencionado en todos los artículos que recorrimos anteriormente, donde todos los autores concuerdan en que brinda grandes ventajas en cuanto a la sustentabilidad.

Camere y Karana (2017) y Elsacker et al. (2020) coinciden en que actualmente todavía hace falta definir métodos de estandarización en cuanto a la producción del material micelio para poder cumplir con las exigencias de la industria. Sostienen que aunque el interés por este material está en aumento todavía falta que siga siendo investigado.

Los autores Girometta et al. (2019) y Travaglini, Parlevliet y Dharan (2019) desarrollan y expresan las ventajas del micelio como absorbente acústico y aislante térmico, entre otras. Afirman que este material podría ser un potencial remplazo al poliuretano expandido. Para esto, en los artículos se desarrolla sobre varios ejemplos, como es el caso de los paneles acústicos, o el remplazo del poliuretano en la construcción y en la industria aeroespacial.

Un interesante punto que desarrollan los autores Girometta et al. (2019) es la evaluación del ciclo de vida y la biodegradabilidad de compuestos a base de micelio. A diferencia de los autores anteriores, son los únicos que abordan este tema. Como por ejemplo cuánto tiempo puede llegar a tardar el material a biodegradarse y cuáles son los ambientes que ayudan a acelerar este proceso.

Respecto al cuero de micelio los autores Elaraj (2021) y Raman et al. (2022) coinciden en que es una gran alternativa al remplazo del cuero animal y sintético. Valoran la facilidad en que puede ser producido y afirman que el costo de producción es altamente competitivo. De todos los autores que hablan sobre el micelio, la mayoría afirman que todavía el material necesita de más estudios e investigaciones, pero expresan un significativo optimismo sobre su futuro. Sin embargo, Donoso y Wechsler (2020) ponen en duda estas afirmaciones. Si bien hacen referencia a la oportunidad que puede tener este material en un futuro respecto a la sustentabilidad, objetan que debido a la materia prima que usa el micelio que depende de su origen, exhibe variadas dificultades para asegurar su homogeneidad y garantizar una variación de propiedades dentro de un rango especulado.

Estos mismos autores coinciden con Lee, Congdon, Parker y Borst (2020) en donde en el artículo "*Understanding 'bio' material innovation: a primer for the fashion industry*" aseveran las dificultades que los materiales biodegradables tienen respecto a la hora de reproducirlos a grandes escalas. Señalan la problemática de satisfacer las demandas del mercado. Autores como Laranjeira y Menezes (s. f.) y Donoso y Wechsler (2020) se enfocan en distintas prácticas que trabajan con estos materiales pero solamente se enfocan en producciones artesanales. Al igual que Bak-Andersen (2018) y Camere y Karana (2017), que también analizan una práctica experimental como es el diseño guiado por el material (MDD), pero tampoco abordan si estas prácticas y materiales pueden ser pensados para la industria. Estos dos últimos tienen en cuenta las ventajas que estos movimientos les ofrecen a los diseñadores sobre todo cuando se habla de democratizar la tecnología, pero sin embargo dejan de lado las dificultades a la hora de abastecer al gran mercado capitalista en el que estamos inmerso actualmente.

La autora Peric (2021) también habla de las virtudes que tienen estos movimientos, sin embargo a diferencia de estos autores, en su artículo tiene en cuenta diferentes laboratorios que trabajan con máquinas que pueden ser usadas en la industria, como son impresión 3d, rotomoldeado y termoformado. Estas máquinas normalmente se usan en la industria convencional, usualmente para el plástico.

Uno de los materiales más comunes que usa la impresión 3d es el biomateriales llamado PLA. La autora Castro Grinstein (2021) afirma que este proviene de fuentes naturales renovables como es el almidón, sin embargo expresa que no es cien por ciento biodegradable, ya que necesita de procesos externos para lograrlo.

Siguiendo con esta línea Piorecka (2019) experimenta con el micelio construyendo diferentes tipos de sillas. En el artículo estudia las ventajas y desventajas del material. Expone las características técnicas, diferentes métodos de producción y cómo reacciona el micelio en conjunto con materiales convencionales como por ejemplo la madera, el plástico y el hierro. No obstante al igual que lo autores anteriores se enfoca en una producción artesanal, dejando de lado la producción industrial.

Los autores Fuentes y Monereo (2020) también investigan el micelio pero enfocándose en la arquitectura. Además de demostrar las propiedades del material, como son la absorción acústica, térmica y mecánica, exploran el método de producción. Los autores comparan el micelio con materiales convencionales que podrían ser capaces de ser sustituidos por este. Sin embargo en esta comparación solo se enfocan en las propiedades técnicas, sin tener en cuenta métodos de estandarización en la industria, como tampoco problemas de reproducción a escalas más grandes que puedan satisfacer al mercado de la construcción. Elsacker et al. (2020) estudian las características técnicas de los paneles acústicos realizados con el micelio, comparándolos con los paneles convencionales que usan poliuretano. Al igual que autores anteriores solo se enfocan en si este material puede ser un competidor del poliuretano en cuanto a las propiedades técnicas. No analizan que es lo que sucede con su método de producción a gran escala, para saber por ejemplo, si es posible que estos paneles acústicos puedan llegar a ser competitivos en un mercado estandarizado.

Conclusión

Los materiales biodegradables vienen ganando cada vez más terreno en la industria. Sobre todo cuando hablamos de sustentabilidad. Cada vez son más los profesionales que exploran y trabajan con proyectos que incluyen estas materialidades. Estos materiales, como por ejemplo el micelio, pueden llegar a ser un competidor del poliuretano y el poliestireno expandido (telgopor). Son una interesante opción cuando hablamos mayormente de envases descartables, *packaging*, *e-commerce* y *take away*, productos donde usualmente abundan los plásticos. El objetivo no es que los materiales biodegradables replacen en un cien por ciento a los convencionales, sino que ofrezcan a la industria la posibilidad de poder reducir este uso. Es decir que ambos puedan convivir mutuamente.

Se puede encontrar gran información acerca de los materiales derivados de los hongos, como vimos en los artículos mencionados. Sin embargo unos pocos hablan de otros materiales biodegradables que no sean el micelio, como pueden ser los derivados de las algas y las bacterias.

La cultura “*maker*” y los movimientos como “hágalo usted mismo” son uno de los grandes impulsores en la actualidad de que se usen los biomateriales. A través de la democratización de la tecnología es que fomentan que los diseñadores puedan crear sus propios materiales biodegradables. Varios artículos tratan sobre estos movimientos, sin embargo no hay información precisa sobre qué es lo que pasa cuando se intenta introducir estos materiales en las grandes industrias. Hay mucha información sobre cómo actúan en una

producción artesanal y muy poca cuando hablamos de una producción a gran escala. Algunos autores coinciden en que falta un método de estandarización de producción del material pero igualmente se enfocan en métodos artesanales y a baja escala.

Un tema importante que no menciona la mayoría de los investigadores es la parte económica, hay poca información sobre si pueden ser económicamente competitivos con el resto de los materiales que existen en el mercado.

Al ser aún una práctica emergente todavía falta que se investigue mucho más sobre el tema. No obstante, la mayoría de los autores que mencionamos están de acuerdo en que los materiales biodegradables tienen un gran futuro.

El gran desafío que existe hoy en día es saber si los materiales biodegradables van a poder ser reproducidos a gran escala y así poder satisfacer las grandes demandas de los mercados, y no quedar solamente como una práctica de producción artesanal.

Notas

1. Fechamos este texto entre el año 2020 y 2021, porque los autores tienen varios artículos que tratan sobre este tema en dicho lapso.

Referencias bibliográficas

- Bak-Andersen, M. (2018). When matter leads to form: Material driven design for sustainability. *Temas de Disseny*, 34, 10-33.
- Camere, S. & Karana, E. (2017). Growing materials for product design. *EKSIG2017 - International Conference on Experiential Knowledge and Emerging Materials*, 100-115.
- Cantera, A. L. (2020). Biofabricación con micelio. Protocolo para cultivar objetos con hongos, 1-23. https://www.academia.edu/42981429/Protocolo_de_Biofabricaci%C3%B3n_con_micelio
- Castro Grinstein, C. (2021). Charlas de Puro Diseño: qué son los biomateriales y cuáles son sus características para el diseño. <https://purodiseno.lat/tendencias/charlas-de-puro-diseno-que-son-los-biomateriales-y-cuales-son-sus-caracteristicas-para-el-diseno/>
- Cerimi, K., Akkaya K. C., Pohl, C., Schmidt, B., Neubauer, P. (2019). Fungi as source for new bio-based materials: a patent review. *Fungal Biol Biotechnol*, 6 (17), 1-12.
- Donoso, S. y Wechsler, A. (2020). Los materiales bio basados y el paradigma desarrollista latinoamericano: perspectivas desde el Diseño industrial. *Cuadernos Del Centro De Estudios De Diseño Y Comunicación*, 114 (114), 71-74.
- Elaraj, A. (2021). Manufacture of sustainable alternatives to leather using fungi. This research is adapted from Leather-like material biofabrication using fungi. <https://www.researchgate.net/project/Preparation-of-leather-substitutes-using-fungi-mushrooms-and-nanomaterials>

- Elsacker, E., Vandeloock, S., Van Wylick, A., Ruytinx, J., De Laet, L., Peeters, E., et al. (2020). A comprehensive framework for the production of mycelium-based lignocellulosic composites. *Science of the Total Environment*, 725(4), 1-16.
- Fressoli, M. y Smith, A. (2015). Impresiones 3D: Fabricación digital ¿Una nueva revolución tecnológica?. *Integración & Comercio*, 39, 112-115.
- Fressoli, M. (2015). Movimientos de base y desarrollo sustentable: la construcción de caminos alternativos. *Ciencia e Investigación*, 65 (3), 55-63.
- Fuentes, I. y Monereo, C. (2020). Bio fabricación. Micelio como material de construcción: biocomposite en sustratos lignocelulósicos (Tesis doctoral inédita). Universidad politécnica de Madrid. España.
- Geels, F. W. (2001). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31 (8-9), 1257-1274.
- Girometta, C., Picco, A. M., Baiguera, R. M., Dondi, D., Babbini, S., Cartabia, M., et al. (2019). Physico-mechanical and thermodynamic properties of mycelium-based biocomposites: A review. *Sustainability*, 11(1), 1-22.
- Karana, E., Barati, B., Rognoli, V. & Zeeuw van der Laan, A. (2015). Material Driven Design (MDD): A Method to Design for Material Experiences. *International Journal of Design*, 9 (2), 35-54.
- Kusch, R. (1976). *Geocultura del hombre Americano*. Buenos Aires: Fernando García Cambeiro.
- Laranjeira, M. y Menezes, M (s. f). Uma reflexão sobre metodologías para a investigação do design de materiais biofabricados.
- Lee, S., Congdon, A., Parker, G. & Borst, C. (2020). UNDERSTANDING 'BIO' MATERIAL INNOVATION: a primer for the fashion industry, 1-95. <https://reports.fashionforgood.com/wp-content/uploads/2020/12/Understanding-Bio-Material-Innovations-Report.pdf>
- Lee, S. (2019). *Por qué la "biofabricación" es la siguiente revolución industrial*. https://www.ted.com/talks/suzanne_lee_why_biofabrication_is_the_next_industrial_revolution?language=es
- Lupton, E. (2018). *El Diseño Como Storytelling*. (A. Marcos, Trad.). Gustavo Gili.
- Manzini, Ezio. (2020). *Cuando todos diseñan: Una introducción al diseño para la innovación social*. (E. Vega Pindado, Trad.). Experimenta Libros.
- Nelson, R. R. & Winter, S. G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. London: The belknap press of hardvard university press Cambridge.
- Peric, D. (2021). *Biofabricación digital: ¿Utopía?*. <https://www.revistamateria.com/noticia/columna/biofabricacion-digital-utopia/?fbclid=IwAR0tJbEbjri4Hlp2gisXrf4dHmKpJ9QWt9hjGkU5ISI2X9jQjMuPGFq46>
- Piorecka, N. B. (2019). *Mycosella. Growing the mycelium chair* (Tesis doctoral inédita). Newcastle University, upon Tyne. Reino Unido.
- Porman, E. & Rodríguez, C. (2021). Biomaterials 101: From organic waste to material gold. <https://fablabbcn.org/blog/emergent-ideas/biomaterials-101>
- Raman, J., Kim, D. -S., Kim, H. -S., Oh, D. -S. & Shin, H. -J. (2022). Mycofabrication of mycelium-based leather from brown-rot fungi. *Journal of Fungi*, 8(3), 1-19.

- Rognoli, V. y Ayala García, C. (2018). Materia emocional. Los materiales en nuestra relación emocional con los objetos. *RChD: Creación y pensamiento*, 3(4), 1-15.
- Travaglini, S., Parlevliet, P.P. & Dharan, C. K. H. (2019). Bio-Based Mycelium Materials for Aerospace Applications. *En congreso American Society for Composites*. Atlanta, USA.
-

Abstract: Due to the environmental problems and the overexploitation of natural resources, new alternatives are sought to be developed in the world of design. Nowadays, the research for new materials can contribute to collective solutions aiming at circular production models. The main objective of this state of the art is to analyze the current role played by biodegradable materials, particularly those generated from living organisms.

Keywords: Industrial Design - New materials - Sustainable development - Ecology - Renewable resources - Nonrenewable resources - Biology - Wastes - Fungi - Climate change.

Resumo: Como consequência das problemáticas ambientais e da superexploração dos recursos naturais, procura-se gerar novas alternativas no mundo do desenho. Atualmente, as pesquisas de novos materiais podem contribuir para soluções conjuntas, que visem o desenvolvimento de produção circular. O objetivo deste estado da arte é analisar o papel que os materiais biodegradáveis, compostos por elementos orgânicos, desempenham na atualidade.

Palavras-chave: Desenho industrial - Novos materiais - Desenvolvimento sustentável - Ecologia - Recursos Renováveis - Recursos não renováveis - Biologia - Desperdícios - fungos - Alterações Climáticas.

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por su autor]
