

# LA REVOLUCIÓN MATERIAL

## LA BIOFABRICACIÓN Y EL FOOD-WASTE COMO NUEVAS REPRESENTACIONES DEL DISEÑO.

LORENA DELGADO PIÑA  
Escuela de Arquitectura y Diseño  
IE UNIVERSITY MADRID

Desde hace más de 50 años, la extracción, producción, uso y vida final de materias primas y recursos ha aumentado considerablemente, incluso de los combustibles fósiles. Nuestro ritmo de vida y consumo es insostenible desde los años 70 y las soluciones a estos problemas, aun siendo pocos y a nivel local, quieren coger impulso. Frente a un modelo basado en el más puro High-Tech donde las tecnologías tienen un fuerte poder irruptor, aparecen otros que procuran aprovechar al máximo las fuentes materiales desechables y de origen biológico sostenible, sin perder la percepción y humanidad del trabajo realizado. Este artículo muestra cuales son los nuevos modelos de experimentación en el campo de la biofabricación, especialmente en los biotextiles o biocueros, analizando su metodología y sus beneficios, así como los retos y mejoras, que aún se encuentran en un paradigma pesimista y distópico donde todo es imprevisible.

### PALABRAS CLAVE •

diseño, material, biofabricación, desecho, biológico.

### CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO •

Delgado Piña, Lorena. 2023. "La Revolución material. La biofabricación y el food-waste como nuevas representaciones del diseño" en: UEM STEAM Essentials. Enlace web UEM :: [http://projectbasedschool.universidadeuropea.es/escuela/escuela/steam\\_essentials](http://projectbasedschool.universidadeuropea.es/escuela/escuela/steam_essentials)

## INTRODUCCIÓN

Hablar de biomateriales no es algo relativamente nuevo. Ya desde épocas milenarias ha habido un estado asociativo entre el ser humano, la materia y el tiempo como una relación intangible e irrompible a lo largo de las revoluciones materiales e industriales de cada época.

El diseño como lazo de unión entre las tres se ha considerado un ejercicio de estilo fruto de la tensión creativa entre estética y función (Collet, 2018), creando una relación armónica y a la vez cambiante. Según la situación cultural, política y social del momento y la abundancia de recursos y riqueza del lugar; el diseño se ha movido y actuado con gran facilidad en diversas escalas, pudiendo desarrollar escenarios de aplicación que potencien las cualidades perceptivas del material (Trebbe, 2019).

Esta metodología tan versátil y vinculante, ayudada por la ingeniería y la ciencia, ha promovido el sobreconsumo incesante en la sociedad, la sobreproducción de productos en masa y la confianza ciega en las grandes industrias para aumentar el efecto exponencial del consumo de una cantidad inicial dada de las materias primas (Meadows, 1972); generando una gran crisis a nivel de recursos, medioambiental y residual.

Los diseñadores y planificadores a menudo se han puesto al servicio del mercado, mostrando una incapacidad para imaginar escenarios a largo plazo motivados, solo, por el momento actual (Trebbe, 2019). El aquí y ahora. Sin pensar que en cualquier momento eso pudiera causar problemas globales y consecuencias catastróficas. La falta de respon-

sabilidad resolutive ante estos escenarios nos ha hecho ver que debemos abrir un nuevo apartado en nuestra historia. Estamos en el límite de una revolución de materiales que puede ayudar a reequilibrar nuestra relación con el planeta y reconfigurar una sociedad mejor (Franklin, Till, 2018). Gracias a la biofabricación podemos introducir un nuevo método de aproximación que nos libere de ese antiguo pensamiento lineal de producción en cadena de “coger-hacer y descartar” por uno más cíclico, inteligente y natural. Este nuevo método ha sido denominado por Neri Oxman, “ecología de materiales” (Material Ecology):

*“Un campo emergente en el diseño que denota relaciones informadas entre productos, edificios, sistemas y su entorno. Definido como el estudio y diseño de productos y procesos que integran la generación de formas computacionales conscientes del medio ambiente y la fabricación digital. Un campo que opera en la intersección de biología, ciencia e ingeniería de materiales y ciencias de la computación, con énfasis en el diseño y la fabricación digital informados sobre el medio ambiente”.* (Oxman, citado en Antonelli, 2020, p.16)

No cabe duda de que los humanos siempre van a ser el centro de discusión (Antonelli, 2012) de los problemas y soluciones que atañen los procesos regenerativos o destructivos del planeta. Pero, si bien se quiere irrumpir y cambiar el actual modelo de diseño por el propuesto por Oxman y muchos otros expertos diseñadores, arquitectos, ingenieros de materiales, biólogos y artesanos, entre otros, es necesario:

- » Estudiar la relación actual que conecta a los humanos con sus entornos naturales a través de un diseño restaurador, que revincule la existencia y persistencia humana con todas las escalas, materiales y sistemas-modelos del mundo.
- » Introducir un modelo de vida y forma de actuar más sostenible y circular que permita tener un excelente manejo de los recursos basado en la cooperación y la íntima relación entre la naturaleza y las especies animales y vegetales.

La práctica ética y constructiva empieza a ser una declaración de intenciones indispensable para la era del nuevo diseño. No se pueden abordar los desafíos globales de este tiempo desde una sola perspectiva disciplinar, o priorizar solo las necesidades y subsistencia humanas sobre el ecosistema y el resto de los organismos vivos del planeta. Tampoco podemos pretender utilizar el diseño como el único sistema resolutive de problemas a largo plazo y en las distintas escalas.

Es momento de utilizar el diseño como un medio paradigmático de criticidad y curiosidad (Dune, Raby, 2009) (Figura 1) donde solo se podrá abordar con éxito los desafíos globales y los objetivos de desarrollo sostenible (Naciones

( a )	( b )
affirmative	critical
problem solving	problem finding
design as process	design as medium
provides answers	asks questions
in the service of industry	in the service of society
for how the world is	for how the world could be
science fiction	social fiction
futures	parallel worlds
fictional functions	functional fictions
change the world to suit us	change us to suit the world
narratives of production	narratives of consumption
anti-art	applied art
research for design	research through design
applications	implications
design for production	design for debate
fun	satire
concept design	conceptual design
consumer	citizen
user	person
training	education
makes us buy	makes us think
innovation	provocation
ergonomics	rhetoric

**Figura 1** » Veintidós yuxtaposiciones que diferencian entre el pasado, presente y futuro del diseño. Fuente: Dunne, Anthony, Raby, Fiona, A/B Manifesto, 2009

Unidas) desde la necesidad de la colaboración y la sinergia de los múltiples conocimientos disciplinares.

## LA IMPORTANCIA DE LOS MATERIALES EN NUESTRA RELACIÓN CON EL ENTORNO

Todo está hecho de algo (Solanki, 2018), es uno de los principios básicos de las preposiciones del “con”, “por” y “para”, que el diseño lleva implícito dentro de su enfoque crítico. Desde la Primera Revolución Industrial, la actividad del diseñador ha venido asociada con el rol material o sistema artificial que define su obra, y que la previa evolución de la ciencia y la investigación material le ha permitido destacar frente a otras propuestas. Se ha nutrido finitamente de materias primas recién extraídas, seducidos por las facilidades a la hora de obtener la materia y los márgenes económicos proporcionados por la industria. A esto, hay que añadirle el factor de las modas y las tendencias que el Zeitgeist (del alemán, que significa “espíritu de la época”, “espíritu de la época” o “espíritu del tiempo”) y la globalización ha ido avivando como método para identificar a las personas dentro de unos conjuntos culturales e intelectuales que promueven el consumo infinito de tecnología, productos y objetos en distintos periodos del tiempo.

La humanidad no es nadie sin materiales. Son el nexo que construye la civilización y, sin embargo, rara vez se detiene a maravillarse de ellos o simplemente lo ignora. Su ubicuidad es el motivo por el cual le es tan fácil olvidar su papel fundamental en su experiencia del mundo, en cómo se relaciona, expresa o crea su identidad (Corbin, 2018). Esto también se ha notado en la actividad del diseñador y

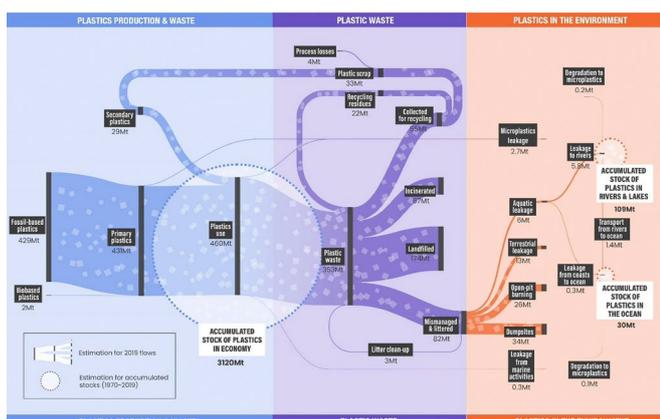
su falta de comprensión por su rol implícito de diseñador de material.

La ciencia sigue expandiendo su estudio, de forma exponencial, en el campo de los materiales estimando aproximadamente 160.000 únicos materiales en el mundo (Adamson, 2020, p. 8). Mientras, el diseñador se ha estancado en solo unos pocos, muy dúctiles y manejables, sobre los que ha creado complejos sistemas y estructuras sobredimensionadas en las diferentes escalas (nano, micro, meso y macro). Un claro ejemplo ha sido la explotación del petróleo (del latín, *petroleum*, que significa "aceite de roca") que, a pesar de su aparente base orgánica, su capacidad de sintetizarse químicamente en multitud de productos ha abierto una brecha medioambiental y económica muy difícil de parar o sustituir por otros materiales.

El estilo de vida actual y las decisiones llevadas hasta el momento son insostenible. Según datos aportados por Naciones Unidas (UN, 2023), la extracción de recursos materiales, desde 1970 hasta hoy, se ha triplicado, siendo el 45% de toda esa materia prima petróleo para uso de combustibles. La extracción y procesamiento de materiales, los combustibles, la comida y los desechos son los responsables de la mitad de las emisiones de gases de efecto invernadero del planeta. Siendo, además, los países de alto ingreso per cápita (especialmente los agregados al grupo del G20) los mayores responsables de huella material y emisores de gases de efecto invernadero mundial con un 78% respecto a países de bajo ingreso.

En cuanto a la vida final de las materias orgánicas e inorgánicas, la perspectiva tampoco es muy alentadora. Naciones Unidas, estima que un tercio de la comida producida se echa a perder ya sea porque se desperdicia o se estropea. Esto supone un equivalente directo y enorme de recursos malgastados innecesariamente durante su producción como: el agua, la tierra y la energía, entre otros muchos; y

**Figura 2 »** Esquema desglosado de las etapas de producción, desecho y pérdida del plástico. Solo 33 millones de toneladas, o el 9% de 353 millones de toneladas de desecho de plástico fue reciclado en 2019. Fuente: Organization of Economic Co-Operation and Development (OECD), Global Plastics Outlook Database, 2022.

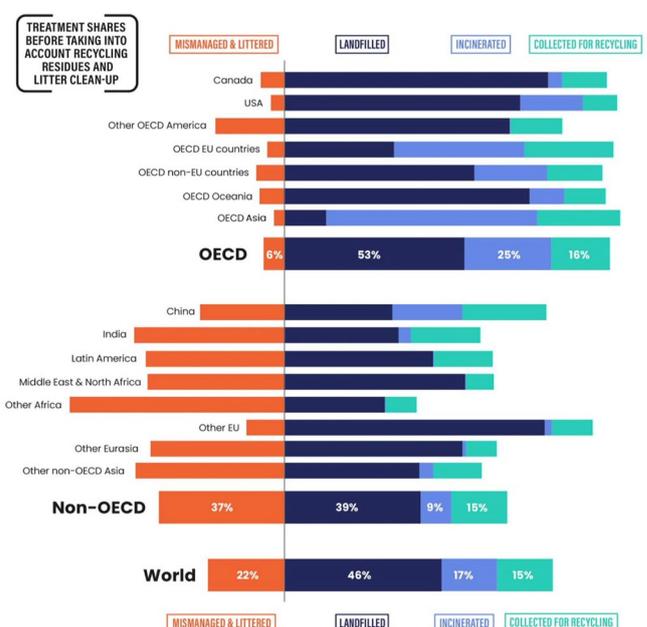


que suponen también un porcentaje de emisión de gases invernadero considerable (sin contar, con el impacto directo que produce en el ecosistema y el gasto económico). Respecto al resto de residuos, cada año se recolectan en el mundo más de 11.200 millones de toneladas de residuos sólidos, de los cuales el 22% son desechos plásticos (OECD, 2022); y solo el 9% de toda esa materia producida a lo largo de la historia se ha reciclado (Fig 2) (Fig 3). Hablando en términos de cuánto se desecha en tecnología y aparatos electrónicos, los números tampoco se quedan cortos. Entre 2010 y 2019, el consumo en tecnología ha crecido de 5,3 a 7,3 kilogramos per cápita, del cual el reciclaje ecológicamente racional de todos estos desechos electrónicos (aunque haya aumentado a lo largo de estos años) no llega a más del 1,3 kilogramo per cápita al año (tan solo un 18% del total se recicla).

Los datos y la situación generan una sensación catastrófica importante donde empieza a ser muy difícil soñar. No hay visiones ni expectativas a futuro, no se sabe bien cómo arreglar el planeta ni asegurar la supervivencia humana (Dunne, Raby, 2013). En palabras de Fredric Jameson, "es más fácil imaginar el fin del mundo que el fin del capitalismo" (citado en Fisher, 2016, p.160). Solo queda la esperanza, y, sin embargo, soñar es la alternativa que se necesita para superar los desafíos que acontecen. Esto solo sucederá, siempre y cuando, se empiecen a cambiar los valores, creencias, actitudes y comportamientos establecidos para canalizar las energías y recursos del planeta.

En estos términos, se piensa que el diseño tiene como fin resolver los problemas expuestos con su amplitud de sa-

**Figura 3 »** Porcentaje de plásticos tratados por categoría de gestión de residuos, antes, de las pérdidas por reciclaje. Del 22% de residuos plásticos contabilizados, casi la mitad están en vertederos, casi un 20% se incineran y solo un 15% se colecta para su reciclado. Fuente: Organization of Economic Co-Operation and Development (OECD), Global Plastics Outlook Database, 2022.



tisfacer a la vez los problemas estéticos. Sin embargo, el optimismo del diseño puede complicar a veces las cosas, ya que puede llegar a considerar que los problemas a los que se enfrenta la sociedad no son tan serios como parecen e incluso puede perder de vista su foco específico dentro del cual pretende posicionarse en un lugar privilegiado donde dirigir la acción. Pero lo importante no es “saber de todo” ni pretender cambiar los grandes desafíos del mundo de forma individual, sino “saber dónde mirar”. Por tanto, la labor del diseño estará dirigida no solo a cooperar de manera interdisciplinar, y desde una posición más baja e integradora, sino que se necesitan nuevos enfoques para sistematizar varios factores tales como:

- » Equilibrar los ciclos de vida de los sistemas artificiales respecto a los sistemas naturales basados en el desperdicio y tomándolos como un nuevo método de recursos o “materia prima”.
- » Incidir en los tiempos de los objetos, en su doble sentido de tomar conciencia de la duración que repercute el diseño y producción de los productos respecto a su ínfima disposición de uso y la necesidad de hacerles perseverar en periodos de tiempo más amplios.
- » Asumir el papel de la multidisciplinariedad como un nuevo método de crítica respecto al desglose de las propias disciplinas con un enfoque más humano, cooperativo y que involucre a la naturaleza dentro del proceso creativo sobre el que se establecerán nuevas estrategias de co-diseño con organismos vivos.

La observación y la investigación son fundamentales para determinar el radio de acción y los límites específicos de los nuevos materiales, pero no tendrán la apreciación, aplicación y difusión que necesitan, mientras el diseñador no ponga empeño en darle la aportación específica que se merece.

---

## EL LENGUAJE DE LOS BIOMATERIALES Y LAS TÉCNICAS DE FABRICACIÓN.

Los biomateriales se definen como aquellas sustancias que son fabricados a partir de derivados de organismos vivos o en colaboración con sistemas biológicos que abarcan elementos de la medicina, la biología, la química, la ciencia de los materiales y la ingeniería de tejidos (tisular). Como ciencia propia, los biomateriales no tienen más de cincuenta años y su foco de actuación ha sido destinado principalmente al desarrollo de tejidos biológicos, terapéuticos o de diagnóstico con fines médicos gracias a los avances que ha aportado la biotecnología (Williams, 2004). Esta fascinante oportunidad de co-crear con la naturaleza no ha sido desaprovechada por los diseñadores. Estos nuevos materiales con base biológica, relativamente conocidos, han provoca-

do el levantamiento de una nueva práctica de diseño que fusiona ésta con: la ciencia de los materiales, la biología, las artes y la artesanía; como una nueva narrativa expresiva que cambia radicalmente el papel del diseñador, de un pasivo receptor de materia a un fabricante activo de materiales (Karana, Blauwhoff, Hultink, Camere, 2018), generando productos con materias renovables, derivados de fuentes regenerativas, de bajo impacto ambiental y biocompatibles diseñados para no dañar el medio ambiente ni la salud humana en su producción, uso y vida final. Aunque estos materiales siguen estando en fase de exploración en términos técnicos de: propiedades, comportamiento y resistencias; eso no frena al diseñador a la hora de experimentar las bases biológicas desde un aspecto estético-perceptivo que ayude a imaginar nuevos escenarios materiales a través de los cuales puedan aplicar los nuevos materiales biofabricados al producto. Esta experimentación se basa en una metodología cíclica que engloba el concepto propio de la biofabricación, y se define en los siguientes pasos:

- » **Elaboración.** Es el salto inicial de recolección y producción propia del nuevo material con otros elementos biológicos (polímeros naturales) que sean biocompatibles, es decir, que tenga la capacidad de actuar con una respuesta adecuada al medio biológico en el que son utilizados. Dependiendo del elemento natural que se utilice, la acción será distinta, simplificando las técnicas en dos sistemas de trabajo: manuales o de crecimiento.
- » **Modelado.** Una vez las técnicas de trabajo han sido conformadas en una nueva materia homogénea, se procede a manipular las mezclas utilizando: tecnologías facilitadoras de fabricación aditiva como la impresión 3D; o vertido del material sobre moldes previamente diseñados y fabricados con estas, u, otras tecnologías de sustracción como cortadoras laser (CO<sub>2</sub>, neodimio o fibra), o mediante fresadoras o cortadoras por hilo caliente con control numérico computarizado (CNC Machine). En la elaboración de los biomateriales uno de los ingredientes comunes es el agua, que, en mayor o menor medida, es necesaria para realizar las mezclas biológicas. Para evitar filtraciones o adhesiones no deseadas a la hora de verter o dejar secar estos materiales en los moldes o superficies, es importante que la porosidad de estos elementos auxiliares sea muy baja y lo más resistentes a la impermeabilidad, corrosión y oxidación posible.

- » **Aplicación.** Tras un tiempo de secado y en función de los porcentajes y comportamientos físicos-químicos que tienen cada uno de los elementos biológicos de la mezcla, los resultados llevarán a un análisis experimental basado en el retoque y en la exploración perceptiva y sensorial de la materia. Si los resultados son óptimos (independientemente de si las densidades del nuevo material son rígidas, flexibles, elásticas o esponjosas), se procederá a especular el posible uso de esa materia para un diseño de producto

<b>CULTIVADOS</b> <i>(GROWING DESIGN)</i>	Son aquellos materiales donde los diseñadores favorecen el crecimiento de organismos vivos, estableciendo unas condiciones externas, rango de propiedades y control de crecimiento para la creación de otras materias. Dentro de este enfoque, se han experimentado con distintos sistemas vivos tales como:	El crecimiento directo de materiales para la domesticación-producción directa de productos como el micelio (Mycoworks, desde 1990) o las raíces (proyecto Intervowen de Diana Scherer, 2018)
		La exploración del rango de propiedades según el crecimiento del organismo vivo con celulosa bacteriana (Lorena Trebbi, 2019; Studio Lionne van Deurven, 2022)
		El aprovechamiento máximo de los sistemas vivos mediante la manipulación de los genomas con biología aumentada en laboratorio (Christina Agaspakis, 2013)
		El desarrollo computacional para la deposición de material de organismos vivos como las sedas de los gusanos (proyecto <i>Silk Pavillion</i> , The Mediated Matter Group en el MIT Media Lab, 2012-2018) (Fig 4)
<b>MANUALES</b> <i>(CRAFT DESIGN)</i>	Consiste en una práctica más cercana a la artesanía, donde entra en contacto la intervención directa del diseñador tanto en la manipulación como en la fabricación final del material. En este caso, los elementos no son organismos vivos, sino materias biológicas verosímiles y/o desechos (food-waste) con ciertas propiedades favorables que pretenden dar sentido funcional para la fabricación de productos de consumo que sustituyan a otros con una base más contaminante (plásticos, resinas) o materias con unos procesos de gasto energético y recursos notables (cueros, hilaturas y textiles). Entre ellos, se encuentran ejemplos muy diversos de:	Bioplásticos (proyecto <i>Biobags collection</i> de Clara Davis, 2017)
		Bioresinas (Textilelab Amsterdam, desde el 2017)
		Biocomposites (Naifactory lab, desde 2020)
		Bioespumas (Margaret Dunne, 2018)
		Biocueros (proyecto <i>Squeeze the Orange</i> de Susana Jurado y Elisenda Jaquemot, 2020)
		Biohilos (proyecto <i>Sewing Materials</i> de Carolina Delgado, 2020). (Fig. 5)

**Tabla 1** » Categorización de las técnicas de bio fabricación. Fuente: Propia

nuevo o ya existente. Todo dependerá de cuan estable y durable en el tiempo sea para impulsar su futura manufacturación en el mercado.

» **Compostable.** Es la última etapa de todo producto final biológico. Una vez cumplido su objetivo en la sociedad tiene que ser capaz, por sí mismo, de: reconvertirse en otro objeto final; en otra materia que pueda reutilizarse dentro del ciclo de “elaboración” de la biofabricación basada en la economía circular, o que pueda degradarse fácilmente, siendo un componente nutritivo o un filtro natural para la tierra o el agua.

Entrando en detalle dentro de los procesos de elaboración y gracias a la fascinante conformidad de crear diversas formas de expresión que logren facilitar la producción de nuevos paradigmas más sustentables con la biología, el arte, el diseño y la arquitectura (Myers & Antonelli, 2012). Podemos categorizar las técnicas de biofabricación en: (Ver tabla 1)

En este contexto, el resultado del esfuerzo del diseño para incorporar técnicas de biofabricación está siendo consciente y crucial. En términos de costes de extracción y pro-

ducción los elementos biológicos usados son más baratos y de exportación local. Sin embargo, en cuanto a aplicación, muchos de estos conceptos siguen siendo hipotéticos y experimentales, sin contar con los tiempos de producción, que son más prolongados según queramos que nuestros productos sean lo más naturales y respetuosos posibles con el medio. No obstante, aun sin ser factibles como producto de consumo en su estado actual de desarrollo, están siendo el resultado de cambios incrementales y radicales que empiezan a alcanzar la escala global y dan esperanza a un futuro próximo gracias a la tecnología de la fabricación digital.

## EL FOOD-WASTE COMO ALIADO. NUEVAS EXPERIENCIAS MATERIALES.

No es de extrañar que en un panorama alarmante donde hay una sobreexplotación incesante de recursos, los diseñadores hagan ejercicio de re-pensar otras formas de construcción, donde radicalmente se conceptualice toda aproximación de material y retos de producción en estrategias y formatos cíclicos que pongan en valor a: los pro-



veedores locales, la artesanía, los restos de segunda mano, el desecho, la tradición territorial y lo que ya existe en el lugar antes de la intervención.

Los “diseñadores del desecho” no solo crean objetos simbólicos, sino metodologías concretas que pueden adaptarse al uso en función de las proporciones de sus componentes bioquímicos. La idea reside en que no se debe pensar en términos de sistema de producción lineal con permisible ineficiencia *incorporada*, sino en *términos de transformación perpetua y positiva* (Adamson, 2020). Los “*bioneers*” (que significa, “Biological Pioneers”, un grupo heterogéneo de activistas, científicos, pensadores, emprendedores e inventores que buscan soluciones inteligentes, éticas y naturales para devolver la salud al planeta) representan la vanguardia en un lugar donde no esperan pasivamente la llegada de un mundo mejor, sino que trabajan activamente para construirlo (Trebbi, 2019) pues se han dado cuenta previamente que todos somos parte de unos complejos sistemas que van más allá de las construcciones humanas,

**Figura 5 »** (Izquierda) Prototipos de bolsas fabricadas con bioplástico de gelatina y tintes naturales perteneciente a la colección Biobags de Clara Davis, 2017. (Derecha) Prototipos de cubiletes realizados con distintas variaciones de ingredientes del biocomposite hecho con huesos de oliva del proyecto Reolivar de Naifactory Lab, 2020. Fuente: (Izquierda). Clara Davis, Biobags collection, 2017. (Derecha). Naifactory Lab, Biomateriales, proyecto Reolivar, 2020.



**Figura 4 »** (Izquierda) Prototipo de biochaqueta realizada con celulosa bacteriana y tintes naturales perteneciente a la colección Bioculture de Suzanne Lee, 2004. (Derecha) Proceso de construcción del Silk Pavilion perteneciente al Mediated Matter Group del MIT Media Lab (2012-2018). Fuente: (Izquierda). Dezeen, *Microbes are “the factories of the future”*, 2014. (Derecha). MIT Media Lab, The Mediated Matter Group, Silk Pavilion project, 2018.

que no podemos controlar, que podemos hacer daño, pero que debemos: reconocer, preservar y proteger.

En términos capitales, no es de extrañar que, aparte de los diseñadores, las marcas y los fabricantes empiecen a prestar atención a la basura doméstica y los residuos de la industria como fuente de materias primas innovadoras. Pues, las materias primas tradicionales son finitas y caras, mientras que los desechos son abundantes y baratos con una cantidad de propiedades inherentes y fascinantes. “Los residuos simplemente no deberían existir... el desecho es un recurso” (Roosegaard, citado en Franklin, Till, 2018 p.14).

Por ello, en el hogar se está alentando a los consumidores a regenerar su propia basura doméstica como una forma de crear ecosistemas domésticos cíclicos que reducen la carga de desecho y se transforme en recurso innovador con valor. Aquí entra en juego una metodología basada en el ingenio, la persistencia, la habilidad, mezclada con técnicas de artesanía tradicional y proporcionalmente





correlacionada con la alquimia. Entre estos, es importante destacar proyectos que intervienen en: la reutilización de material de construcción para la creación de ladrillos (proyecto *WasteBasedBricks* de StoneCycling, 2017), la reutilización de todas las partes de la planta para el desarrollo de cerámica y mobiliario (proyecto *Materia Madura* de Ana Cristina Quiñones, 2015), la reutilización de botellas de plástico como elementos de ensamblaje (proyecto *Joining Bottles* de Micaella Pedros, 2016), la formación de metodologías materiales al uso para la creación de diversos diseños de producto y moda (proyecto *Reconfiguration of a Tree* de Thomas Vailly, 2017), el uso de excrementos para la fabricación de bloques de construcción, producto y biotextiles (proyecto *Merdacotta* de Gianantonio Locatelli y Luca Cipelletti, 2016; y proyecto *Mestic* de Jalila Essaïdi, 2016), la recolección de pelo humano para el desarrollo de hilaturas y mobiliario (*The New Age of Trichology* de Sanne Visser, 2016 y *Hair Highway* de Studio Swine, 2014) o la compactación del polvo y la pelusa como conglomerados (*Dust* de Agustá Sveinsdóttir, 2014 y *How Dust This Feel?* de Matilda Beckman, 2015), entre muchos más ejemplos. (Fig 6).

## NUEVAS EXPERIENCIAS MATERIALES ALREDEDOR DEL CUERPO. NÍTÛ Y B.R.E.A.T.H.E

Siguiendo las metodologías expuestas, y teniendo en cuenta el trasfondo multidisciplinar de crear pieles arquitectónicas a la escala humana, la experimentación propia realizada con estas nuevas materialidades se centró en la exploración matérica alrededor de prendas inteligentes que ayudaran en la percepción y asistencia del usuario para realizar nuevas actividades deportivas de relajación y estiramiento.

“La percepción está influenciada por un conjunto de factores fisiológicos, psicológicos y culturales que determinan las propiedades sensoriales y son el resultado de la

**Figura 6 »** (Izquierda) Ejemplo de bioplástico realizado con excrementos de vaca del proyecto *Mestic* de Jalila Essaïdi 2016. (Derecha) Productos realizados con bioresinas naturales y pelo del proyecto *Hair Highway* de Studio Swine, 2014 Fuente: (Izquierda)(Derecha). Franklin, K, Till, C., *Radical Matter, Rethinking materials for a sustainable future*, 2018

relación entre las variables físicas de los materiales y las percepciones psicológicas del usuario” (Zuo, 2001, citado en Trebbi, 2019).

En la investigación se puso en valor el interés de crear prendas multicíclicas que contribuyeran en la longevidad del producto, gracias a la íntima relación entre el material, el traje, el usuario y el entorno (Van Dongen, 2019). Para ello, se siguió la metodología de deconstrucción *Vision in Product Design (ViP)*, desarrollada por Berentzen en 2016, que describe las oportunidades y riesgos asociados con un producto, interacción y nivel de contexto.

Dentro de este entorno de interacción entre material y prenda, la búsqueda se centró en analizar las propiedades físicas de las prendas deportivas, cuyos componentes principales suelen ser el poliéster y materiales mixtos de algodón con elastano. La experimentación comenzó analizando aquellos biomateriales que tuvieran flexibilidad o ligera elasticidad como condición física importante a la hora de ajustar la prenda al cuerpo. Entre ellos, los biofilms artesanales realizados con gelatina granulada ofrecían unas cualidades flexibles y elásticas favorables en función de la proporción de plastificante (glicerina) añadida.

Gracias al asesoramiento de ingenieros y empresas en el sector agrónomo y biotecnológico como Carlos Repiso (Sensient Technologies Corporation), Fabien Canivet y Franck Hennequart (Algaia) estos proyectos dieron un giro importante, con la contribución de los polisacáridos naturales extraídos de las paredes celulares de las algas (carragenato) y las cianobacterias (espirulina), elementos que por sus propiedades químicas mezclados con otros componentes



ofrecen comportamientos elásticos muy interesantes en los productos finales.

Los ejemplos realizados con carragenato dieron lugar a materiales con comportamientos más plásticos y maleables que elásticos (una vez se estiraban, no recuperaban su forma original). Sin embargo, los prototipos realizados con espirulina tuvieron el éxito y las cualidades deseadas. No solo eran elásticos, sino que, en función de las manipulaciones y estructuras añadidas alrededor del molde, colaboraban exitosamente en la adhesión al cuerpo y el flujo del movimiento (Níitû, 2020 y B.R.E.A.T.H.E, (2021). (Fig 7). El resultado dio también muy buenas sensaciones en cuanto a las cualidades perceptivas y sensoriales que ofrecía el material, generando una apariencia visual y táctil muy similar al de un poliéster o neopreno.

Para la realización de B.R.E.A.T.H.E, se siguió experimentando con componentes que aportaran elasticidad al biotextil o biocuero del proyecto, pero en este caso enfocándolo hacia la utilización de food-waste. A la hora de comprar, los usuarios suelen tomar productos alimenticios que a posteriori van a consumir, pero a veces un porcentaje de ese producto no es deseable y es desechado. Esto sucede con alimentos como las uvas pasas y las frutas desecadas que nos encontramos en mezclas de frutos secos o mueslis. Tras una recolección de uvas pasas y frutas desecadas

**Figura 7** » (Izquierda) Prototipo de manga realizada para el proyecto B.R.E.A.T.H.E realizada con biomaterial de gelatina + espirulina, 2021. (Derecha) Detalle de la estructura realizada con molde del biomaterial de gelatina + espirulina del proyecto Níitû, 2020. Fuente: Propia

de varios hogares (donde estos alimentos se deponían) se realizaron varias pruebas de biofabricación artesanal obteniendo unas bioláminas muy elásticas, más ligeras que las realizadas con espirulina y con una sensación aterciopelada propia de los cueros, gracias a otros componentes añadidos de la cúrcuma y la mica. Aunque las sensaciones iniciales fueron buenas, cuando fueron manipulados o se crearon estructuras complejas en los moldes, a consecuencia de su alto porcentaje de glucosa, el material percibió unos tiempos de secado más prolongados y en áreas más porosas de los moldes se adhería y rompía (Fig 8). Debido a los tiempos de entrega del proyecto, finalmente hubo que volver a soluciones factibles como el material creado con espirulina. Sin embargo, la exploración con pasas, frutas desecadas y desechos con altos porcentajes de glucosa (pieles de frutas) abre un amplio abanico de posibilidades sobre cómo seguir trabajando con los biomateriales elásticos, para explorar su futura involucración en la industria textil.

**Figura 8** » Detalles de las mangas realizadas con biotextil de gelatina + espirulina (izquierda) y del biocuero realizado con gelatina + desechos de pasas para el proyecto B.R.E.A.T.H.E, 2021. Fuente: Propia



---

## CONCLUSIÓN

No cabe duda de que la revolución material ya está aquí. Ha venido para quedarse y poner en debate y crítica toda nuestra práctica tanto como diseñadores y consumidores. Aunque estos biomateriales aún estén en una fase experimental, es fascinante ver cómo muchas de estas soluciones se aproximan, asemejan o incluso apuntan a ser mejores que las mismas materias primas que encontramos en la propia naturaleza y que han sido formadas durante milenios por calor y presión. Los diseñadores no pueden dejar de persistir y avanzar en la búsqueda para crear soluciones más adecuadas y respetuosas hacia el ecosistema; pues no solo es el método para innovar, sino también la forma de cambiar el modo de vida actual, basado en una filosofía soñadora

y no en una esperanzadora y angustiada. Respecto a los consumidores, es necesario cambiar el modelo y estilo de vida de forma más incisiva y consciente. Aunque los biomateriales y las respuestas ecosostenibles empiezan a visualizarse en la civilización, no son suficientes los cambios realizados para la magnitud del problema en el que nos encontramos. Sin duda alguna, las personas cometen errores constantemente, pero la clave está en tratar de cambiar y recuperar ese espíritu de superación para seguir adelante.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adamson, G. (2020). Foreword (pp. 8-9). En Treggiden, K. (2020). *Wasted, when trash becomes treasure*. Ludion.

Antonelli, P. (2012). Vital design (pp. 6-7). En Myers, W. (2018), *Bio design Nature. Science. Creativity*. Revised and expanded edition, Thames & Hudson.

Antonelli, P. (2019). Broken nature. En Antonelli, P. & Tannir, A. *Broken nature: XXII Triennale di Milano*.

Antonelli, P. (2020). *The Natural evolution of Architecture*. The Mediated Matter Group, the Media Lab, and the Nevalogue. The Neri Oxman Material Ecology Catalogue (pp.14-20). The Museum of Modern Art, New York.

Corbin, L. (2021). Foreword (pp 6-7). *En Why materials matter, responsible design for a better world*. Prestel.

Collet, C. (2018). Design is dead (pp. 6-7). Long live design. *En Radical Matter. Rethinking materials for a sustainable future*. Thames & Hudson.

Dunne, A., Raby, F., (2013). Beyond Radical Design? (pp.11-19). *Speculative everything. Design, fiction and social dreaming*. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts.

Fisher, M., (2016). *Realismo capitalista: ¿no hay alternativa?*, Caja Negra Editora.

Franklin, K., Till, C. (2018). Rethinking materials (pp. 8-11). Today's waste, tomorrow's raw material (pp 13-17). *Radical Matter. Rethinking materials for a sustainable future*. Thames & Hudson.

Karana, E., Blauwhoff, D., Hultink, E.-J., & Camere, S. (2018). *When the Material Grows: A Case Study on Designing (with) Mycelium-based Materials*. International Journal of Design, 12(2), 119-136. <http://www.ijdesign.org/index.php/IJDesign/article/view/2918>

Meadows, H., Meadows, D., Randers, J., Behrens III, W. (1972). The limits to exponential growth (pp 45-87). *The limits to growth. A report for the club of Rome's project on the predicament of mankind*. Universe Books. New York

Naciones Unidas, datos y cifras, <https://www.un.org/es/actnow/facts-and-figures>

Naciones Unidas, *Objetivos de desarrollo sostenible*, <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

OECD (2022), Chapter 2. Plastics flows and their impacts on the environment (pp. 31-53). *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options*, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/de747aef-en>

Solanki, S., (2021). Introduction (pp. 8-9). *Why materials matter, responsible design for a better world*. Prestel

Trebbi, L. (2019). Evolving matter: Nuovi approcci progettuali nell'era della biofabbricazione. En Confini e contesti. La doppia prospettiva della ricerca in design (pp.105-118). *Fare Ricerca in Design (FRID)*, Università Iuav di Venezia

Treggiden, K. (2020). The mother of all environmental problems (pp. 18-23). *Wasted, when trash becomes treasure*. Ludion

Van Dongen, P. (2019). Theoretical Background and Methodology (pp. 69-80). *A designer's material-aesthetics reflections on Fashion and Technology*. ArtEZ Press

Van Wijk, A., Van Wijk, I., (2015). The Vision (pp. 7-10). *3D Printing with Biomaterials. Towards a Sustainable and Circular Economy*. IOS Press. Delft University Press

Williams, D.F. (2004). *Definitions in biomaterials* proceedings of a consensus conference of the European Society for Biomaterials. Amsterdam. Elsevier.

---

## BIOGRAFÍA

Lorena Delgado es coordinadora del Fab Lab IE University de la Escuela de Arquitectura y Diseño en la IE Tower de Madrid. Está especializada en Fabricación Digital, Fashion-Tech Design, y trabaja en la Escuela desde 2021. Como diseñadora multidisciplinar ha trabajado en varios estudios especializados en Arquitectura y Diseño de Moda, entre los que se encuentran Enguita y Lasso de la Vega Arquitectura y Buj Studio entre otros. Es arquitecta por la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Alcalá y Fashion Tech Designer, especializada en fabricación de biomateriales, por el IED Madrid. Finalizados sus estudios, ha impartido Workshops y Masterclasses relacionadas con biomateriales en Escuelas de Diseño y Arquitectura como la Universidad Politécnica de Madrid, la Escuela de Diseño Manolo Blahnik y el Istituto Europeo di Design entre otras. Además, es graduada del Fab Academy Diploma en el curso 2021, perteneciente a la Fab Foundation e impartido por el profesor Neil Gershenfeld, director of MIT's Center for Bits and Atoms cuyo título reconoce las habilidades como profesional oficial de fabricación digital dentro de la red global de Fab Labs.

