

MATERIALES BIOLÓGICOS

MATERIALES Y SUSTENTABILIDAD A TRAVÉS DEL DISEÑO

BIOLOGICAL MATERIALS

MATERIALS AND SUSTAINABILITY THROUGH DESIGN

Sofía Soledad Duarte Poblete | duartepobletesofia@gmail.com

Facultad de Artes. Universidad Nacional de La Plata. Argentina / Msc Integrated Product Design. Laboratorio di Design del prodotto Industriale. Scuola del Design. Politecnico di Milano. Italia

Rodrigo Nuñez García | rodrindv@hotmail.com

Facultad de Artes. Universidad Nacional de La Plata. Argentina

Recibido: 18/3/2020 | Aceptado: 11/6/2020

RESUMEN

El siguiente artículo tiene como objetivo destacar la importancia y el vínculo entre los conceptos de sustentabilidad, nuevos materiales biológicos y circularidad a través del diseño. Al hacer hincapié en los materiales biológicos como un camino posible a un cambio de paradigma, se pretende poner en discusión el sistema económico nacional actual, que resalta el desarrollo de estos como un fenómeno posible dentro del país. A su vez, y haciendo énfasis en los conceptos mencionados, este artículo pretende demostrar el valor que tiene hoy la función del diseñador como agente de influencia en la sociedad y en la producción de bienes.

PALABRAS CLAVE

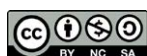
Materiales biológicos; sustentabilidad; economía circular; diseño especulativo

ABSTRACT

The following article aims to highlight the importance and the connection between the concepts of sustainability, new bio-based materials and circularity through design. By emphasizing bio-based materials as a possible path to shift the paradigm, bringing to discussion the current national economic system, pointing out its development as a feasible phenomenon capable of being implemented. Moreover, what this article aims to demonstrate highlighting the mentioned concepts is the value of the designer's role today as an agent of influence in society and in the production of goods.

KEYWORDS

Bio-based materials; sustainability; circular economy; speculative design



Esta obra está bajo una Licencia
Creative Commons Atribucion-NoComercial-
CompartirIgual 4.0 Internacional



La innovación en materiales ha sido siempre importante en la historia del ser humano. Desde sus comienzos, la humanidad ha usado diferentes tipos de composiciones materiales para generar viviendas, herramientas, transportes y elementos útiles. Dichas composiciones, se han transformado, se han modificado y diseñado en búsqueda de beneficios.

El desarrollo de la raza humana ha estado siempre acompañado por grandes cambios políticos, sociales y económicos, que han tenido influencia en todas las esferas. A través de fenómenos como la industrialización y la globalización se han manifestado ciertas rupturas más radicales que, al propagarse a lo largo y ancho del planeta, han reconfigurado la manera en que nuestro entorno se construye físicamente.

A través del diseño, la arquitectura y el arte se materializa una gran variación en la configuración social y en las costumbres de las personas, así como también en la cultura de sus diferentes regiones y países. La materialización de elementos (ya sea en productos, en espacios arquitectónicos o en manifestaciones artísticas) se puede ver atravesada e influenciada por estas variaciones de una manera conceptual y, también, estrictamente material.

Los materiales han estado siempre presentes en la conformación física de los objetos estableciendo sus propiedades y características y, con el tiempo, han sido mejorados para presentar más y mejores propiedades. Hoy en día se puede apreciar cómo estos significan, además de mejores cualidades, dimensiones ideológicas, es decir, no solo pretenden dar forma a los objetos, sino también a pensamientos y a experiencias.

Actualmente, está teniendo lugar una *revolución material* de gran impacto y, como dicen Adam Drazin y Susanne Küchler (2015), «esta no es no solo una revolución en ciencias, es una revolución social y cultural» (p. 16).¹ De acuerdo con Sanford L. Moskowitz (2009), pareciera ser que la revolución material que se está viviendo es la más representativa desde el siglo XIX. Teniendo en cuenta las características de esta revolución, puede analizarse su impacto en el campo del diseño y la influencia de este en la generación de nuevos materiales.

En las últimas décadas, el concepto de sustentabilidad ha tomado fuerza y se ha comenzado a instalar en la sociedad, no solo en la industria, sino también en la conciencia de la comunidad, lo cual ha llevado a que nuevos materiales adoptaran ciertas características para formar parte de un movimiento sustentable. Tales características han pasado a ser fundamentales para el establecimiento de nuevas materialidades, sobre todo aquellas que se desarrollaron y se desarrollan con la aspiración de implementar una *economía circular* con ideales de restaurar el ecosistema.

¹ «It is however not only a revolution in science but a social and cultural revolution» (Drazin & Küchler, 2015, p. 16). Traducción de los autores del artículo.

Los nuevos materiales se pueden clasificar en categorías como biomateriales, nanomateriales, materiales de impresión 3D, inteligentes, entre otros. Todos ellos nacen de una innovadora concepción de creación, según la cual, las diversas disciplinas se interceptan y comparten información para obtener un acercamiento diferente ante múltiples problemas con la finalidad de contribuir con los problemas que presenta la sociedad actual.

Este artículo intentará resumir la importancia de los conceptos de sustentabilidad en los materiales y su colaboración con la economía circular haciendo foco en el campo de los materiales *biológicos*, fenómeno que ha comenzado a expandirse en el mundo. Se quiere a su vez poner en discusión el papel que hoy en día puede llevar a cabo un diseñador desde su disciplina con respecto a la creación de materiales. Por último, se pretende razonar sobre este fenómeno desde una perspectiva nacional.

EL DISEÑADOR EN EL DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES

Tal y como describen Marinella Ferrara y Chiara Lecce (2016):

Un nuevo escenario de investigación de materiales surge del campo del diseño, donde los científicos, las empresas, los inventores, las comunidades creativas y las industrias de materiales se están involucrando profundamente en el desafío creativo para lograr la funcionalidad del material y las ideas de significados para la innovación disruptiva (p. 431).²

En este escenario nuevo, disciplinas diversas se cruzan en pos de desarrollar mejores y más completas soluciones en la fabricación de materiales.

En consonancia con ello, el diseñador, quien siempre ha mantenido una mirada en el individuo como personaje principal, a través de su capacidad interdisciplinaria y metódica, toma una función clave donde varias disciplinas de investigación y desarrollo (I+D) se interceptan para compartir información e intentar generar innovación buscando soluciones sustentables.

El diseñador ha comenzado a utilizar sus habilidades fuera de los límites en los que siempre se ha encontrado y así se ha vinculado fuertemente con la ciencia y la biología. Tal y como relata Paola Antonelli (en Myers, 2018):

² «A new materials research scenario emerges from design field, where scientists, enterprises, inventors, creative communities, and material industries are becoming deeply engaged in the creative challenge to achieve material functionality and meanings ideas for disruptive innovation» (Ferrara & Lecce, 2016, p. 431). Traducción de los autores del artículo.

El diseño se trata de la vida y, en un momento de evolución tecnológica acelerada y dramáticas preocupaciones políticas, ambientales, demográficas y económicas, la presencia de los diseñadores garantiza que siempre se mantenga a los seres humanos en el centro de la discusión (p. 6).³

Siempre ha existido un vínculo entre las ciencias y el diseño, pero el impacto que la combinación de estas disciplinas está teniendo en la actualidad con respecto al desarrollo real y especulativo en cuanto a nuevos materiales y sus posibles aplicaciones, no muestra precedentes similares. La perspectiva del diseñador, centrada en los usuarios, ayuda a deducir información esencial de ellos y de sus acciones. De este modo, determina conclusiones útiles para este proceso, muy importantes para proponer métodos de producción y fabricación distintos de los ya instalados, o quizás híbridos, que contribuyan a la generación de un modelo económico basado en conceptos sustentables.

La idea de fijar una concepción sustentable en la sociedad, sumada a la necesidad urgente de implementar nuevas y menos dañinas tecnologías de uso y modelos de manufactura, ha llevado a desarrollar grupos multidisciplinarios donde el papel del creativo cobra potencialidad, ya que el diseñador es quien proyecta la materialización de los objetos y puede influir en las costumbres de los usuarios.

El diseñador ha reinventado su función a lo largo de los años, ampliando su visión y expandiendo sus fronteras, ha logrado modificar elementos y relaciones de la sociedad. En el desarrollo de materiales se puede observar un comportamiento nuevo de este personaje que, al interrelacionarse con otras disciplinas, ha logrado fortalecer y hacer notar su utilidad. Tal y como dice Neri Oxman (2016), de la interrelación entre las disciplinas se puede incitar una (r)evolución dentro de otra; el diseño crítico que opera a través de la especulación puede idear estrategias sobre cómo usamos los objetos y sobre cómo vivimos dentro del entorno que hemos construido. A través del diseño, se puede operar y ofrecer soluciones prácticas y utilitarias capaces de ser implementadas rápidamente.

MATERIALES BIOLÓGICOS

Los materiales tradicionales para la fabricación de productos, como metales, maderas y sobre todo plásticos, han demostrado que requieren grandes costos para su fabricación y distribución.

³ «Design is indeed about life and, at a time of accelerated technological evolution and dramatic political, environmental, demographic, and economical concerns, designers' presence guarantees that human beings are always kept at the center of the discussion» (Antonelli in Myers, 2018, p. 6). Traducción de los autores del artículo.

Durante años hemos basado la producción y la manufactura en materia prima que implica la extracción de recursos no renovables, la deforestación y la contaminación ambiental. Hemos generado productos que perduran en el ecosistema más tiempo como desechos que el tiempo que se dedican al uso. A esto se le suma la utilización de energías no renovables para hacer funcionar una gran cantidad de productos y servicios que necesitamos a diario. Dichas desventajas han impulsado la revolución material y, en particular, el intento de diversas disciplinas por cambiar los esquemas establecidos con respecto a la materialización de bienes, es decir, modificar la fabricación de productos hacia un camino sustentable.

Bajo la categoría de materiales biológicos se pueden encontrar diversos tipos. Entre ellos es posible decir que el cuero y la madera, por ejemplo, están incluidos; sin embargo, en este estudio, se encontrarán bajo esta definición aquellos materiales de base biológica que se han desarrollado en las últimas décadas y son considerados por el diseño como materiales *modernos*.

En su mayoría, los materiales actuales de base biológica se crearon en función de producir materiales sustentables y su implementación parte de iniciativas y de campos disciplinares diversos. Se puede diferenciar entre aquellos que poseen una base o composición natural y orgánica, y los clasificados como *bio-renovables*, tal y como se explica en Material District (2014):

Estos materiales se extraen mediante procesos de bio-refinación de materiales con orígenes biológicos. Si bien estos materiales no son necesariamente biodegradables, al menos en parte se pueden volver a cultivar. Por ejemplo, la remolacha azucarera se puede refinar para extraer primero el azúcar, luego el ácido láctico y finalmente el ácido poliláctico (PLA) para su uso en plásticos (s. p.).⁴

Para el presente escrito se han analizado aquellos materiales que provienen de materia orgánica de alimentos, de desechos de comida y de descartes orgánicos de otras producciones animales o vegetales; también aquellos que provienen de bacterias, es decir, materiales que son diseñados por el humano y que son gestados por organismos vivos.

Actualmente, los desechos biológicos, las bacterias, los hongos y los descartes se manipulan de diversas maneras para generar materiales con características orgánicas y biodegradables con el objetivo de que al final del ciclo de vida, puedan desaparecer

⁴ «These materials are extracted by bio-refining processes or produced from materials with biological origins. While these materials are not necessarily biodegradable, they can at least in part be “re-grown”. For example, sugar beets can be refined to first extract sugar, then lactic acid, and finally polylactic acid (PLA) for use in plastics» (Material District, 2014, s. p.). Traducción de los autores del artículo.

del planeta sin dejar residuos en el medio ambiente. Estos componentes, tales como los desechos de alimentos (frutas y verduras o alimentos provenientes del mar) están teniendo muy buenas repercusiones como elementos base en la fabricación de materiales biológicos y, lo que aún es más prometedor e interesante, existen entre ellos algunos capaces de ser cultivados a partir de hongos y de bacterias. Un ejemplo es *The Growing Lab*, proyecto de investigación y desarrollo (I+D) que participa activamente en la exploración y en la evaluación de metodologías para la implementación de *mycelium* como agente principal para el desarrollo de nuevos materiales y procesos.⁵

Los resultados de estos experimentos han logrado generar un impacto positivo en la producción y en el diseño de materiales, porque demuestran cómo estos pueden ser cultivados y modificados para mejorar las propiedades finales.

Los materiales biológicos se asocian continuamente con la economía circular debido a que esta categoría está diseñada para generar ciclos cortos y cerrados de vida útil, es decir que, una vez que el compuesto ha sido utilizado o ha cumplido su cometido como producto o pieza, puede ser descartado y desaparecer, ya sea mediante biodegradación, fertilizando la tierra, o simplemente disolviéndose sin dejar rastros nocivos.

TRANSFORMAR EL PARADIGMA ES POSIBLE

Existen materiales que, por su desempeño, son muy difíciles de reemplazar, motivo por el cual es entendible que su producción actual permanezca instalada. El acero en la industria automotriz y las cerámicas en el ambiente doméstico son algunos ejemplos de elementos que suelen requerir una producción industrial. Pero si nos detenemos a observar los plásticos derivados de combustibles fósiles, la historia es distinta. Es cierto que estos materiales han resultado casi indispensables para innumerables aplicaciones y han logrado reemplazar elementos de acero y cerámica con gran éxito. Sin embargo, el provecho que se ha obtenido a partir de su desarrollo —que también requiere actividad industrial— tiene un costo que pagaremos perpetuamente en términos de contaminación ambiental.

En la actualidad muchos de estos materiales pueden ser reemplazados por otros menos amenazantes para el ecosistema gracias al incremento y a la mejora en el diseño de materiales biológicos. Las alternativas a los plásticos tradicionales y a otros materiales derivados de la extracción de recursos no-renovables son numerosas. Incluso es posible que al efectuar el reemplazo de materiales de impacto negativo

⁵ Ver <https://www.corpuscoli.com/>

se aporte de manera secundaria a otra problemática. Un ejemplo es la fabricación de materiales provenientes de residuos orgánicos: al transformar estos desechos para reubicarlos en otros productos se evita su descomposición y así la emisión de gases de efecto invernadero.⁶

En algunos países funcionan las denominadas *biorrefinerías* con tecnología en desarrollo capaz de convertir estos desechos orgánicos en un rango de productos y materiales que, tradicionalmente, son derivados de combustibles fósiles (Ellen MacArthur Foundation, 2017). No caben dudas de que el desecho orgánico es una materia prima que abunda y puede ser renovada.

Hablar de biorrefinerías puede sonar lejano en un contexto político-económico como el de la Argentina, pero pensar en otras alternativas biológicas a escalas bajas de producción y distribución regional quizás es más prometedor.⁷

El hecho de generar un cambio de perspectiva a la industrialización masiva podría ser una solución para la economía, mediante la cual se implementen conceptos como la descentralización de la producción, lo que favorecería nuevas producciones locales y distribuidas, y colaboraría, por ejemplo, con la reducción del impacto ambiental que implica el transporte, fomentando, a la vez, la participación de la población y creando puestos de trabajo a nivel regional.

En palabras de Edurne Battista (2015):

La sustentabilidad es un campo teórico-práctico de triple abordaje: ambiental, económico y social. Aparece como respuesta crítica a los efectos que la industrialización y el consumo masivo generaron al medioambiente y que propiciaron desigualdades sociales (p. 133).

El asunto de las escalas de producción es un punto crucial del diseño sustentable y proporciona numerosas ventajas si se desarrolla adecuadamente. Proponer materiales y productos nuevos de acuerdo con las necesidades regionales permite un seguimiento eficiente de la dinámica de estos y evita problemáticas relacionadas con la producción masiva.

⁶ La emisión generada por los desechos orgánicos representa el 12 % de emisiones de metano, un gas 28 veces más perjudicial que el dióxido de carbono (IPCC, 2014 en Ellen MacArthur Foundation, 2017).

⁷ La producción a escala industrial puede significar grandes costos de inversión. Sin embargo, la Argentina se encuentra en quinto lugar entre los países con más producción de biocombustibles (Statista, 2019), que serían materiales hermanos ya que se forman a partir de caña de azúcar y maíz, entre otros.

Implementar la fabricación con materiales biológicos no es simple. Implica repensar formas de extracción y de procesos de producción nuevos, siempre proyectando el diseño de manera integral y responsable.

Cambiar el paradigma de producción basado en una economía lineal requiere de un gran compromiso y esfuerzo, es un desafío que debe ser enfrentado necesariamente.

UN CAMBIO DE ESCALAS

En el intento por modificar prácticas de producción como la generación de plásticos derivados del petróleo, o proponer biorrefinerías como método para tratar nuevos materiales se encuentran, sin duda, varios obstáculos correspondientes al impacto de dichas modificaciones (en especial, las consecuencias económicas para las empresas). Pensar en materiales biológicos producidos a pequeña escala y con una organización y distribución regional, como se ha expresado anteriormente, es posible y favorecería, por ejemplo, a la sociedad, a través de trabajo regional, y al medio ambiente, debido a la reducción de transporte de materiales y productos finales, sumado a la implementación de materia prima y producción sustentable.

A partir del capítulo que Battista (2015) le ha dedicado a la evolución en los conceptos relacionados con la sustentabilidad desde sus comienzos, se puede destacar la importancia que algunos autores adjudican a las tecnologías de producción de baja escala en cuanto al potencial carácter emancipador que estas podrían tener (y que tienen) ante la actual relación global dependiente de los bienes industrializados a una escala masiva.

Si bien hoy casi todos los objetos que nos rodean tienen el factor común de ser fabricados de a cientos o miles de unidades, podrían ser producidos a una escala menor, respondiendo a las demandas que son reales y urgentes en cada región. Tomemos como ejemplo aquellas regiones productoras de caña de azúcar, cuya producción agrícola se da eficientemente y existe un porcentaje significativo para la producción de alimento y otros derivados. En casos de este tipo podría resultar interesante utilizar la disposición de materia a bajo costo para fabricar productos diversos, desde biocombustibles hasta vajilla de uso único.⁸

A modo de investigación, como se ha nombrado anteriormente, se han analizado casos de estudio sobre materiales y productos que provienen de materia biológica, transformada y diseñada a partir de sobras de comida o bien de desechos de la industria agropecuaria, entre otros. Es posible encontrar muchísimos casos que

⁸ Ver <https://www.biopak.com.au/about>

especulen sobre este tipo de materiales. Un ejemplo interesante es Marina Tex (2019), un material versátil que se utiliza como una alternativa al plástico en una variedad de aplicaciones, desde bolsas hasta envases de un solo uso. La fórmula orgánica no filtra productos químicos nocivos y puede ser consumida sin causar daños a la vida silvestre ni a los humanos.

Marina Tex fue desarrollado en el Reino Unido como un material regional que se estableció como un producto compostable y biodegradable proveniente de la enorme cantidad de desechos de pescado que se desperdician anualmente. En la Argentina, es posible destacar el trabajo de la doctora en biología Verónica Bergottini (Misiones), quien se ha empeñado en cultivar bacterias para realizar apliques de nanocelulosa y desarrollar productos biotextiles; o el del diseñador industrial Silvio Tinello (Chubut), quien ha desarrollado una investigación para producir aglomerado fúngico con el que fabricar suelas de zapatos. Estos proyectos son solo algunos de los que experimentan con materiales biológicos y demuestran que es posible transformar la manera de conseguir materiales, reafirmando la posibilidad de elaborar materiales y productos a menor escala de una manera más sustentable. Estos pequeños proyectos comprueban que no es necesario masificar la producción y que desarrollar materiales y con ellos diseñar productos puede ser una salida de producción regional.

Por supuesto que hablar de demanda regional requiere cierto grado de consciencia social y educación al respecto sobre qué se debería elegir y a qué apostar como comunidad. Es necesario un apoyo global de las esferas sociales para que los productos y materiales nuevos sean aceptados, como también su modo de producción (por ejemplo, local a menor escala). Dentro del contexto nacional, recordemos el caso extremo de las políticas desalentadoras ante el consumo de productos provenientes de la industria argentina, como las que se han llevado a cabo por la gestión de la última dictadura cívico-militar. En la campaña publicitaria de 1976 (La Política Online, 2017), incluso se hizo referencia a la calidad cuestionable de los productos regionales y al beneficio de elegir los importados. Esto ha generado que algunas personas tengan una percepción negativa sobre la producción nacional y prefiera productos de importación, efecto que en la actualidad sigue vigente, aunque en distinta medida.

Se puede cuestionar toda creencia al respecto si se siembran actitudes disruptivas. Aquí es donde el emprendimiento en materiales biológicos tiene un papel fundamental. Educar con el ejemplo, comprobar empíricamente otras alternativas a lo que hoy resulta negativo o lograr el apoyo de instituciones gubernamentales pueden ser rutas hacia la economía circular.

La posibilidad de crear materiales biológicos para una producción regional en la República Argentina es una realidad posible. Este concepto no implica tan solo un cambio de escalas de producción, sino también un trabajo multidisciplinar sobre

el desarrollo de materiales, donde disciplinas diversas puedan desarrollar lo más adecuado para cada región, teniendo en cuenta las tradiciones, las condiciones regionales, las leyes y las costumbres de los habitantes.

ECONOMÍA CIRCULAR

El concepto de *economía circular* ha sido desarrollado y definido de maneras diversas. Actualmente se utiliza a escala mundial la definición traída por la Fundación Ellen MacArthur (2017), que trabaja en educación y formación para un futuro sustentable, donde se explica que una economía circular se basa en los principios sobre cómo diseñar sin generar desechos ni contaminación, manteniendo productos y materiales en uso por más tiempo, y ayudando a regenerar el sistema natural. Este concepto presenta un esquema disruptivo ante el modelo de la economía lineal *extraer-transformar-usar-tirar* que hoy en día se practica con mayor alcance. Se trata de trasladarse desde ese juego de palabras hasta el *hacer-rehacer/usar-reusar*.

Dentro del amplio espectro de conceptos y definiciones que el campo ofrece, se destaca la búsqueda de una alternativa a los sistemas productivos y de consumo, como por ejemplo la limitación o regulación de los procesos de extracción y descarte. Uno de los principios de la economía circular define *residuo = alimento*: «Diseñar productos y materiales con ciclos de vida que resulten seguros para la salud del humano y el medio ambiente, y que pueden ser reutilizados perpetuamente a través de metabolismos biológicos y tecnológicos» (Fundación Ellen MacArthur, 2017, s. p.).

Es decir, que el desecho y el descarte dejan de ser sinónimos de basura y pasan a convertirse en recursos para procesos específicos. En cualquier ecosistema, el residuo de algunos organismos resulta alimento para otros de manera que, en alguna instancia del ciclo, los nutrientes vuelven al suelo de donde salieron. Un concepto que pareciera ser novedoso, pero no lo es, ya que hace más de 3000 millones de años que esto ocurre en nuestro planeta.

Tal y como definen en su discusión Birgit Brunklaus y Ellen Riise (2018), en el planteamiento de economías y sociedades circulares, el consumo de materiales debería ser un proceso circular en el que los recursos renovables y los flujos de residuos se utilicen para materiales nuevos de origen biológico. En una sociedad tal, los materiales de base biológica también se reutilizan, reparan, reciclan y remanufacturan.

La economía circular y sus conceptos, como ya se ha señalado, tienen un claro vínculo con la producción de los materiales biológicos. Caña de azúcar que resulta en combustible, piel de naranja de la cual se extrae fibra para fabricar indumentaria y así. La temática de la circularidad y el cambio de economía son temas complejos

y extensos, pero cabe resumir que, para quien se pregunte a dónde puede dirigirse la civilización sin perjudicar el medio ambiente, la economía circular resulta más que interesante. El diseño de materiales biológicos puede ser un eslabón fundamental si repensamos la economía y las cadenas de valor para reducir el impacto ambiental que hasta hoy hemos generado.

Un desarrollo 100% sustentable puede ser un concepto utópico, una economía circular y un cambio radical puede ser complejo de asimilar como una realidad, pero lo que se quiere proponer a través de este artículo es revisar los conceptos que se encuentran dentro de estos grandes temas y evaluarlos para su aplicación.

El hecho de ver al diseñador como un actor con un papel indispensable en todos estos cambios no es poca cosa, y el hecho de resaltar que el objetivo será menos difícil de alcanzar cuando las disciplinas se entrecruzan y comparten información es una realidad.

La producción de materiales capaces de fabricarse y utilizarse de una manera sustentable, con base biológica y orgánica, es un objetivo posible en cualquier región del planeta que se disponga a revisar la materia utilizable y diseñar un método de desarrollo inteligente a nivel regional. Es aquí cuando llamamos a los diseñadores y a los proyectistas a relacionarse de una manera multidisciplinaria, a compartir información, a trabajar en comunidad y a apostar por un bien común. El desarrollo sustentable se ocupa de los recursos naturales y de garantizar que las generaciones futuras puedan contar con medios para satisfacer sus necesidades. Es por esto por lo que es necesario preservar el patrimonio natural y revisar los capitales de producción para el desarrollo de materiales nuevos.

REFERENCIAS

Battista, E. (2015). Diseño sustentable: del discurso a la práctica. En M. R. Bernatene (Comp.), *La historia del diseño industrial reconsiderada* (pp. 117-135). Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/47968>

BioPak. (s. f.). *Why Choose Us* [Por qué elegirnos]. Recuperado de <https://www.biopak.com.au/about>

Brunklaus, B. y Riise, E. (2018). Bio-based Materials Within the Circular Economy: Opportunities and Challenges [Materiales de base biológica dentro de la economía circular: oportunidades y desafíos]. En E. Benetto, K. Gericke y M. Guiton (Eds.), *Designing Sustainable Technologies, Products and Policies* [Diseño de tecnologías, productos y políticas sostenibles] (p. 43). Cham, Suiza: Springer.

Drazin, A. y Küchler, S. (2015). *The Social Life of Materials: Studies in Materials and Society* [La vida social de los materiales: estudios en materiales y sociedad]. Londres, Reino Unido / Nueva York, Estados Unidos: Bloomsbury.

Ellen MacArthur Foundation. (2017). *Urban Biocycles* [Biociclos urbanos]. Recuperado de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/urban-biocycles>

Ellen MacArthur Foundation. (2017). *Schools of Thought* [Escuelas de pensamiento]. Recuperado de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept/schools-of-thought>

Ferrara, M. y Lecce, C. (2016). *The Design-driven Material Innovation Methodology* [La Metodología de innovación de materiales basada en el diseño]. Ponencia presentada en el congreso Systems & Design: Beyond Processes and Thinking. Universitat Politècnica de València, Valencia, España. <http://dx.doi.org/10.4995/IFDP.2016.3243>

La Política Online. (21 de febrero de 2017). Promoción de la apertura de las importaciones de Martínez de Hoz [Archivo de video]. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=Ys9GIRowehI>

Marina Tex. (2019). *Home* [Inicio]. Recuperado de <https://www.marinatex.co.uk/>

Material District. (6 de septiembre de 2014). *Growing Biobased Building Materials* [Cultivo de materiales de construcción de base biológica]. Recuperado de <https://materialdistrict.com/article/growing-biobased-building-materials/>

Myers, W. (2018). *Bio Design: Nature + Science + Creativity* [Bio Diseño: Naturaleza + Ciencia + Creatividad]. Nueva York, Estados Unidos: The Museum of Modern Art.

Moskowitz, S. L. (2009). *The Advanced Materials Revolution: Technology and Economic Growth in the Age of Globalization* [La revolución de los materiales avanzados: tecnología y crecimiento económico en la era de la globalización]. Nueva York, Estados Unidos: Wiley.

Officina Corpuscoli. (s. f.). *All* [Todo]. Recuperado de <https://www.corpuscoli.com/>

Oxman, N. (13 de enero de 2016). Age of Entanglement [Era del entrelazamiento]. *Journal of Design and Science*. <https://doi.org/10.21428/7e0583ad>

Statista. (2019). *Statista*. Recuperado de <https://es.statista.com/estadisticas/635730/paises-lideres-en-la-produccion-de-biocarburante/>