

ORIGEN *y* CONCEPTO *de* BIODISEÑO

Origin and concept of Biodesign

DAVID MOLINA-MORA*, MARÍA DEL CARMEN MONROY-DOSTA**

Fecha de recibido:

5 enero 2021

Fecha de aceptado:

12 octubre 2021

*Universidad Nacional
Autónoma de México,
México.

di.davidmolina@gmail.com

**Universidad Autónoma
Metropolitana. Unidad
Xochimilco, México.

mmonroy@correo.xoc.
uam.mx

RESUMEN. Este artículo presenta una revisión bibliográfica del concepto de biodiseño, señalando la sucesión y conocimientos que le dieron origen desde diversas disciplinas, la relación inicial con el Bioarte y su aparición conceptual en la década del 2010. Esta revisión busca enriquecer el concepto y denotar la importancia de la incorporación del conocimiento de las ciencias biológicas para el co-diseño con el uso de organismos vivos.

Palabras clave: Biorte, Biodiseño, Co-diseño, organismos vivos, origen.

ABSTRACT. This article presents a bibliographic review of biodesign concept, highlighting the knowledge succession that gave birth to it from diverse disciplines, the initial relationship with Bioart and its conceptual founding in the 2010 decade. This review seeks to enrich the Biodesign concept by focusing in the importance of the integration of knowledge from biological sciences in order to co- design with living organisms.

Key words: Bioart, Biodesign, Co-design, living organisms, origin.



radicionalmente, el diseñador ha utilizado materiales para realizar mejores productos, más vistosos, más durables; ha sido partícipe de la programación de su obsolescencia y ha sido testigo de la llegada de oleadas de productos manufacturados a partir de la extracción y síntesis de materiales. Esta actividad, en su inicio, dependió de la mano del hombre, y posteriormente integró la capacidad de las máquinas para acelerar su producción y perfeccionarla. Ambas formas de producción generan una huella ambiental (Jones, 2012).

Para asegurar que generaciones futuras puedan heredar un ecosistema habitable, es necesario implementar soluciones transformadoras para maximizar el uso eficiente de los recursos de la tierra y acelerar el desarrollo de cultivos económica y ambientalmente sustentables que sean eficientes en la captación de carbono y la producción de productos económicamente valiosos (Kalluri *et al.*, 2020).

Debido a lo anterior, en el ámbito del diseño, se están buscando nuevas formas de obtener objetos y procesos que generen el menor impacto sobre el medio ambiente. De tal manera que surge el biodiseño como una estrategia para crear y concebir objetos de una manera distinta. Sin embargo, la disciplina no ha sido explorada en su totalidad a través de la investigación de antecedentes y tendencias, lo que posibilitaría darle mayor soporte y certeza en el futuro (Roya y Saema, 2018).

El objetivo de esta revisión es contribuir al conocimiento del biodiseño mediante una revisión bibliográfica y se propone una nueva definición del concepto que refleja la importancia de la participación de las especies en el co-diseño. Inicialmente se presenta su origen técnico y tecnológico en el bioarte, presentando

la apreciación de Bratránek y Velenovský de la estética natural. Posteriormente, el desarrollo científico se suma con esta apreciación estética, hasta llegar a Benyus con el “diseño inspirado en la naturaleza” con la imitación de la forma y función de los seres vivos, hasta que William Myers crea el concepto de biodiseño en donde incluye a los seres vivos en los procesos de producción.

Para continuar con la revisión con los últimos enfoques de la década, donde Melkozernov y Sorensen (2020) resaltan la importancia de la naturaleza como colaboradora, en los procesos de diseño digitales dando origen a la biomanufactura digital, al mismo tiempo que Collet (2020) vislumbra el cambio del paradigma con materiales inanimados para llegar al co-diseño con seres vivos. Finalmente, se plantea la composición de un concepto de biodiseño que incluye las necesidades de los organismos en el proceso de diseño.

BIODISEÑO

Las actividades humanas han liberado grandes cantidades de bióxido de carbono a la atmósfera aislando a la tierra y aumentando la temperatura global, con serias repercusiones ecológicas, un modelo productivo ideal para las necesidades actuales de la humanidad sería aquel que utilizara el bióxido de carbono disponible en el ambiente y lo transformase en materiales que pudiesen reemplazar a aquellos, cuya producción desequilibra el funcionamiento del ecosistema. Es importante mencionar que la búsqueda de este modelo ha sido realizada por el “Diseño para la Transición”, donde se considera que la vida diaria debería ser sustentable, del mismo modo en que las sociedades preindustriales podían satisfacer sus necesidades, controlándolas de manera holística (Ceschin y Gaziulusoy, 2020; Kossoff, 2011: 124-136).

Los paradigmas actuales y la nueva manera de crear y concebir objetos están haciendo presión para un nuevo actuar, sobre todo si consideramos que el ser humano no está separado de la naturaleza y que el agotamiento de recursos, la contaminación y el cambio climático nos ha llevado a repensar el futuro de la humanidad.

Debido a ello, en la década de 2010, surge el concepto del biodiseño, el curador de la exposición Biodesign, William Myers publica en el concepto de biodiseño como:

La integración del diseño con sistemas biológicos, usualmente para lograr un mejor desempeño ecológico. En contraste con la biomimesis o el diseño inspirado en la naturaleza, el biodiseño incorpora organismos vivos al diseño como bloques de construcción, fuentes de material, generadores de energía... es oportunista y lógico en el reconocimiento del tremendo poder y potencial utilitario de los organismos (Myers, 2012a: 2).

Entre las corrientes asociadas al biodiseño se encuentra la biomimética, y el movimiento “de la cuna a la cuna”, los cuales buscaban realizar el menor daño posible al ambiente, sin embargo, no fueron suficientes para detener y revertir el impacto ambiental generado por el crecimiento económico y social humano. Dicho concepto surge paralelamente en diversas disciplinas como la ingeniería biomédica, diseño y biología sintética a partir de aplicaciones como el desarrollo de dispositivos médico en lo profundo del cuerpo humano, hongos creciendo en sillas de diseñadores. Bacterias probióticas mejoradas colonizando las entrañas de soldados, todos estos son ejemplos de “biodiseño” y cada uno es producto de una disciplina diferente: ingeniería biomédica, diseño y biología sintética (Ginsberg y Chieza, 2018).

Al incursionar en el campo del biodiseño, los diseñadores toman consciencia de la importancia del equilibrio del ecosistema global en que habitamos y su importancia para la subsistencia de los sistemas artificiales en que habitamos. Por lo tanto, es necesario el estudio de las relaciones artificiales creadas por los diseñadores, donde se involucran animales, plantas, hongos y microorganismos con repercusiones positivas en el medio ambiente, las cuales pueden traer beneficios a los seres vivos y al ecosistema.

DEL BIOARTE AL BIODISEÑO

El término bioarte fue creado por Eduardo Kac, en 1997, sin embargo, este fenómeno se originó en las últimas cuatro décadas del siglo xx, surgiendo como respuesta al acelerado progreso en la ciencia y tecnología enfocadas en la biología y el humano (Melkozernov y Sorensen, 2020). De acuerdo con Medina:

El Bioarte se ha configurado como una de las primeras vanguardias del siglo xxi, transformando los formatos y los conceptos de presentación, que hasta el momento se habían desarrollado. El material orgánico se convierte en la herramienta artística del bioartista, desde mariposas, plantas, genes, ADN hasta piel humana, laboratorios, bio-reactores, tubos de ensayo; de los cuales se toma posesión y se crean obras, modificando procesos históricos y culturales (Medina, 2007: 2-4).

El biodiseño tiene influencia técnica y tecnológica del bioarte, el cual es una conjunción de la ciencia, el entendimiento de la naturaleza y la mente humana. Sin embargo, este último probablemente tiene una raíz evolutiva en la cultura del ser humano con la transformación estética de la naturaleza mediante la selección de características hereditarias en organismos vivos o la transformación artificial con principios artísticos del cuerpo de vegetales y animales incluyendo al propio humano.

Probablemente, la expresión artística apareció antes que la comunicación oral y escrita, y pudiendo ser considerada una adaptación potencial al entorno, en la cultura y la biología humana (Luty, 2014).

A través del tiempo algunos autores que presentaron la estética de la naturaleza como algo menor a la estética del arte cambiaron su postura, como el alemán František Tomáš Bratránek (1815-1884). Bratránek discute la estética en dos textos, uno de ellos es *Zur Entwicklung des Schönheitsbegriffs* (Para el desarrollo del concepto de la belleza), donde dice que la estética de la naturaleza está por debajo de las obras de arte. Una década después escribió *Beitrage zu einer Aesthetik der Pflanzenwelt* (Una contribución a la estética del mundo vegetal), donde expone que las plantas nos enseñan sobre nosotros mismos y cambian nuestra percepción del arte (Stibral, 2015).

Un fenómeno interesante en el origen del bioarte y el biodiseño es que tienen una concentración geográfica en los Países Bajos, Alemania y República Checa. De acuerdo con Stivral (2015), a mediados del siglo ^{xx}, un profesor de botánica en la universidad de Praga, Josef Velenovský (1858-1949), publicó en 1921 el ensayo *Filosofía de la naturaleza*, en donde considera que, además de la selección natural y sexual, existe la estética de la ornamentación en la diferenciación sexual. Velenovský indicaba que los colores y formas en la naturaleza son en realidad una tendencia independiente, en lugar de una estrategia evolutiva. Este pensamiento paralelo al concepto evolucionista presenta una postura, donde dice que la estética de la naturaleza existe por sí misma y no como un reflejo de las adaptaciones y la selección natural propuesta por Charles Darwin.

Esta creencia prevaleció por el refuerzo de Adolf Portmann (1897-1982), quien fue Vice Canciller de la Universidad de Basel, mediante su texto *Neue Wege der Biologie*, donde decía que el exterior de los seres vivos se regía por leyes independientes a la evolución con tendencias hacia la estética. Es de los últimos estudiantes de esta corriente de pensamiento que nace la inspiración en la naturaleza llamada biomímesis (Stibral, 2015).

DISEÑO INSPIRADO EN LA NATURALEZA

Existen tres aproximaciones importantes en el diseño inspirado en la naturaleza.

El primer concepto del diseño inspirado en la naturaleza es la biomímesis, cuya premisa es usar la naturaleza como modelo, medida y mentor (Benyus, 2002). Usar la naturaleza como modelo involucra el estudio de la anatomía y los procesos de la naturaleza y adaptar éstos para resolver problemas humanos usando un estándar ecológico para juzgar si las innovaciones son correctas. La racionalidad detrás de usar la naturaleza como un estándar ecológico es el resultado de 3.8 billones de años de evolución que les ha permitido ser eficientes en un espacio determinado (Ceschin y Gaziulusoyb, 2016).

El término biomímesis fue acuñado por Otto Schmitt en 1950 para describir la transferencia

de ideas y análogos de la biología al diseño, pensamiento que ha aportado al diseño soluciones tangibles e intangibles en los últimos 70 años. Al sustentar soluciones, desde el diseño y la biología, esta disciplina obtiene información y estructura para solucionar problemas que la tecnología solucionaría con la manipulación del uso de la energía y la biología con el uso de información y estructura (Vincent *et al.*, 2006).

De acuerdo con Maglic, el conocimiento de la biomímesis ha sido estructurado en tres niveles:

1. Organismo: en este nivel se imita la forma del organismo entero o alguna de sus estructuras.
2. Comportamiento: se refiere a imitar un comportamiento específico de un organismo o alguna acción que realizar para sobrevivir.
3. Ecosistema: este nivel imita un ecosistema y su funcionamiento eficiente, toma los elementos y principios usados para funcionar correctamente (Maglic, 2012: 12-13).

La inspiración y copia de estructuras, y procesos naturales ha acompañado al humano a través de la historia, y ha sido guía para la humanidad como la búsqueda de la transportation aérea o submarina. Al replicarla, en vez de trabajar en conjunto con la naturaleza, la biomímesis ha estado limitada.

El segundo concepto, “de la cuna a la cuna” o diseño regenerativo, se refiere a la eco-efectividad, pone énfasis en una aproximación regenerativa de la industria, donde considera que “el desperdicio es equivalente a alimento”, concepto que define dos tipos de nutrientes: biológicos y tecnológicos. Esta suposición subyacente al concepto “de la cuna a la cuna” considera el sistema artificial como un sistema alimentado por nutrientes que son usados en ciclos abiertos cuando son nutrientes biológicos y en ciclos cerrados con nutrientes tecnológicos (Jones, 2012).

La investigación de Jones plantea de manera prospectiva que la sociedad humana puede continuar la producción, consumo y crecimiento económico de manera indefinida si se le da énfasis al proceso regenerativo, a las especies no humanas y generaciones futuras.

El tercer concepto es el “Diseño sistémico”, este aproximamiento imita los ecosistemas

naturales. Combina elementos de biomímesis, “de la cuna a la cuna” y ecología industrial. Otros pensadores dicen que:

El diseño sistémico busca crear no sólo productos industriales, sino sistemas industriales complejos. Apunta a implementar sistemas productivos en los que los flujos de energía y materiales sean diseñados para que el desperdicio de un proceso productivo se convierta en el sustrato del siguiente (Barbero y Toso, 2010: 68).

LA INCLUSIÓN DE LOS SERES VIVOS EN EL PROCESO DE DISEÑO

Una de las primeras aproximaciones teóricas del concepto de biodiseño fue la crítica al bioarte aplicado en el diseño, donde se denota una fase inicial de la génesis de esta disciplina, donde iniciaba la integración de organismos en el proceso productivo: “Parece que ninguno de los arquitectos o diseñadores que sostienen el bioarte como un prototipo para el biodiseño se han comprometido seriamente con un intento crítico o con problemas éticos” (Lepora *et al.*, 2016).

En la primera definición de biodiseño (Myers, 2012a: 2) incorpora a los seres vivos en el proceso de diseño, se enfoca en la ecoeficiencia y en el potencial de los organismos, sin embargo, Myers en una segunda definición, que publica en el mismo año, extiende la definición de biodiseño diciendo que:

El biodiseño va más allá que otras aproximaciones biológicas al diseño y la fabricación. A diferencia de la biomímesis, cradle to cradle, y el popular, frustrantemente vago “diseño verde”, el biodiseño se refiere específicamente a la incorporación de organismos vivos como componentes esenciales, mejorando la función del trabajo terminado, va más allá de la integración, disolviendo las fronteras y sintetizando nuevas tipologías híbridas. La etiqueta también es usada para resaltar experimentos que remplazan sistemas mecánicos industriales por procesos biológicos (Myers, 2012b: 8).

LA NATURALEZA COMO COLABORADOR

De acuerdo con Collet (2020: 5):

Para establecer una colaboración con un organismo, los diseñadores deben proveer un ambiente adecuado para su crecimiento. A cambio el organismo generará el material o realizará la función para la cual fue seleccionado” (...) los diseñadores ahora pueden cultivar sus propios materiales, y al hacer esto afectar su morfología y plasticidad al crecer.

Sin el proceso biológico, no habría un producto tangible, el producto literalmente es cultivado y esto requiere repensar los sistemas tradicionales de manufactura de producto (Bernabei y Power, 2016; Lepora *et al.*, 2016).

En la definición del biodiseño se debería incluir el reconocimiento de la naturaleza como colaborador, considerando al biodiseño como ecocéntrico, resaltando la eficiencia de los organismos en procesos de síntesis de materiales, la captación y transformación energética, así como la importancia de trabajar en conjunto para coexistir y prevalecer en el ecosistema, de acuerdo con los aportes de diversos autores (tabla 1), es necesario ampliar el acervo de conocimientos indispensables que debe poseer el biodiseñador para poder co-diseñar con organismos vivos, así como la inclusión de nuevas tecnologías que faciliten la transición a esta forma de producción y diseño (Collet, 2020).

Entendiendo el co-diseño con organismos vivientes como una relación recíproca entre el biodiseñador y el organismo, que se involucrará en el proceso de diseño, donde el diseñador entiende las necesidades biológicas de las especies y aporta las condiciones necesarias su desarrollo, en respuesta el organismo crece y genera el material o servicio esperado.

De acuerdo con Collet, las nuevas adaptaciones de los diseñadores al biodiseño serán que “los diseñadores cultivarán sus propios materiales, afectando su morfología y plasticidad a medida que crecen” (2020: 5), para lo cual requerirán aprender nuevos conocimientos desde las ciencias biológicas que les permitan entender e interactuar las necesidades de producción de los seres vivos, pudiendo obtener sus servicios y beneficiarse de sus capacidades

biológicas, esto se reflejará en un mejor desempeño ecológico y una mayor diversidad biológica en el futuro cercano.

Los avances tecnológicos, las tecnologías emergentes, como la impresión 3D, y el diseño asistido por computadora, otorgan libertad de creación y difuminan los límites tecnológicos para diseñadores, artistas y científicos permitiendo biofabricar objetos y biomateriales mediante este co-diseño con organismos (Melkozernov y Sorensen, 2020).

TABLA 1. PRINCIPALES AUTORES QUE CONTRIBUYERON AL CONCEPTO DE BIODISEÑO DE MYERS (2012B)

Autor	Año	Postura ecológica	Aspectos distintivos	Fuente
Tomáš Bratránek	Siglo XIX	Estética del mundo vegetal	Reconocimiento de la influencia de la estética de la naturaleza en el arte.	Stibral, Karel (2015), "Traditions in the Czech Aesthetics of Nature: Between Biology and Philosophy". In Ewa Chudoba, Krystyna Wilkoszewska. <i>Naturalizing Aesthetics</i> . Kraków: Libron, Institute of Philosophy of Jagellonian University, s. 103-113, 11 s. žádná. ISBN 978-83-65148-23-0.
Josef Velenovský	Siglo XX	Filosofía de la naturaleza	Consideración de la estética en la evolución.	Stibral, Karel (2015), "Traditions in the Czech Aesthetics of Nature: Between Biology and Philosophy". In Ewa Chudoba, Krystyna Wilkoszewska. <i>Naturalizing Aesthetics</i> . Kraków: Libron, Institute of Philosophy of Jagellonian University, s. 103-113, 11 s. žádná. ISBN 978-83-65148-23-0.
Otto Schmitt	1950	Biomímesis	Imitación de la forma, organización y soluciones de la naturaleza.	Vincent, J., Bogatyreva, O., Bogatyrev, N., Bowyer, A., Pahl, A. (2006), <i>Biomimetics: its practice and theory</i> . The Royal Society.
Edoardo Kac	1997	Concepto de Bioarte	Material orgánico viviente como parte de la técnica del artista.	Medina, Edith (2007), "Bioarte: Una nueva fórmula de expresión artística", <i>Revista Digital Universitaria</i> . 8, 2-4.
Jeanine Benyus	1997	Filosofía de la Biomímesis	Naturaleza como Modelo, Medida y Mentor.	Benyus, J. M. (2002), <i>Biomimicry: innovation inspired by nature</i> . New York: Perennial
Babero y Toso	2010	Diseño sistémico	Imitar la complejidad de los ecosistemas en los sistemas industriales.	Barbero, Silvia & Toso, Dario (2010), "Systemic design of a productive chain: Reusing coffee waste as an input to agricultural production". <i>Environmental Quality Management</i> . 19. 67-77. 10.1002/tqem.20254
Christina Cogdell	2011	Integración de seres vivos en el diseño.	Incorpora el concepto de Bioarte como prototipo para el biodiseño.	Christina, Cogdell (2011), "From BioArt to BioDesign", <i>American Art</i> , 25(2), 25-29. https://doi.org/10.1086/661966
William Myers	2012a	Concepto de Biodiseño.	Enfatiza el aspecto del Biodiseño que incorpora los seres vivos en el proceso de diseño.	Myers, W. (2012a), Bio design. Design debates. https://bit.ly/2MZYCT
William Myers	2012b	Incorporación de organismos vivos para mejorar el desempeño ecológico.	Subraya que el Biodiseño va más allá que otras aproximaciones biológicas del diseño.	Myers, W. (2012b), <i>Biodesign. Nature, science, creativity</i> . Thames & Hudson, High Holborn, UK, p. 288.
Collet	2020	Bio-materialidad futura.	Diseñar junto con seres vivos para una transición hacia un futuro sustentable.	Collet, Carole (2020), "Designing our future bio-materiality", <i>AI & SOCIETY</i> . 1-12. 10.1007/s00146-020-01013-y.
Melkozernov y Sorensen	2020	Biofabricación.	Unión del biodiseño con la fabricación digital.	Melkozernov, Alexander & Sorensen, Vibeke (2020), "What drives bio-art in the twenty-first century? Sources of innovations and cultural implications in bio-art/biodesign and biotechnology", <i>AI & SOCIETY</i> . 10.1007/s00146-020-00940-0.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA BASADA EN LOS DIFERENTES AUTORES QUE SE MENCIONAN EN LA MISMA TABLA.

CONCLUSIONES

En esta revisión se hace un análisis del concepto del biodiseño, desde su origen, la influencia con otras disciplinas y las transformaciones del concepto a través de la historia, resaltando las ventajas atribuidas a esta nueva disciplina, pero también resaltando los aspectos que falta por integrar y desarrollar como es el conocimiento de la biología de los organismos a utilizar en el biodiseño, como una estrategia para entender mejor los procesos eficientes que ha desarrollado la naturaleza. A través de la revisión bibliográfica se observa que esta disciplina pudiera tomar un enfoque ecocéntrico, que contemple el co-diseño con organismos vivos, donde necesariamente la integración del conocimiento biológico y ecológico serán necesarios para un mejor aprovechamiento considerando los trabajos multidisciplinarios que permitan aportar nuevos materiales de fuentes naturales al diseño.

Con base en lo anterior, en esta investigación a manera de conclusión final se propone el siguiente concepto de biodiseño:

Es aquella corriente de diseño ecocentrista, es decir, con plena conciencia de la importancia de los organismos naturales en el ecosistema que, reconoce y aprovecha la capacidad superior de los organismos para transformar la energía (superior a la desarrollada mediante la tecnología humana) sin contaminar el ambiente. En adelante, para diferenciarlo de las definiciones anteriores, se hará referencia como biodiseño 2.0.

Además, el biodiseño 2.0 busca satisfacer las necesidades productivas humanas integrando a los organismos y sistemas biológicos en el ciclo de vida de producto, asimilando a los organismos como productores de materiales, reductores de desechos, transformadores de la materia y energía. Y denota la importancia de los servicios biológicos que proveen en el ecosistema tecnológico y natural.

el BIO
DISEÑO 2.0
busca satisfacer las
NECESIDADES
productivas
HUMANAS INTEGRANDO
a los
ORGANISMOS
y sistemas
BIOLÓGICOS EN
EL CICLO DE VIDA *de*
PRODUCTO,
asimilando a los
ORGANISMOS *como*
PRODUCTORES
de **MATERIALES,**
REDUCTORES
DE DESECHOS
transformadores
de la
MATERIA
y **ENERGÍA.**

FUENTES DE CONSULTA

- Barbero, S. & Toso, D. (2010), "Systemic design of a productive chain: Reusing coffee waste as an input to agricultural production", *Environmental Quality Management*, 19, pp. 67-77. 10.1002/tqem.20254.
- Bernabei, R., Power, J. (2016), "Living Designs", N.F. Lepora *et al.* (eds.), *Living Machines*, pp. 40-47.
- Benyus, J. M. (2002), *Biomimicry: innovation inspired by nature*, Perennial, New York.
- Ceschin, F. & Gaziulusoy, I. (2016), "Design for Sustainability: An Evolutionary Review", *Proceedings of DRS 2016, Design + Research + Society Future-Focused Thinking*, 50th Anniversary Conference, Brighton, UK, pp. 27-30.
- Ceschin, F. & Gaziulusoy, I. (2020), *Design for Sustainability: A Multi-level Framework from Products to Socio-technical Systems*, TAYLOR & FRANCIS, London, pp. 124-136, <https://doi.org/10.4324/9780429456510>.
- Cogdell, C. (2011), "From BioArt to BioDesign", *American Art*, vol. 25, núm. 2, pp. 25-29. <https://doi.org/10.1086/661966>.
- Collet, C. (2020), "Designing our future bio-materiality", *AI & SOCIETY*, pp. 1-12. 10.1007/s00146-020-01013-y.
- Chudoba, E. & Wilkoszewska, K. (2015), *Naturalizing Aesthetics*, Libron, Krakow.
- Esat, R. & Ahmed-Kristensen, S. (2018), *Classification of bio-design applications: towards a design methodology*, 1031-1042. 10.21278/idc.2018.0531.
- Ginsberg, A. D., Chieza, N. (2018), "Editorial: Other Biological Futures", *Journal of Design and Science*. <https://doi.org/10.21428/566868b5>.
- Jones, L. (2012), *Environmentally Responsible Design: Green and Sustainable Design for Interior Designers*, John Wiley & Sons, New Jersey.
- Kalluri, Udaya & Yang, Xiaohan & Wullschleger, S. (2020), "Plant Biosystems Design for a Carbon-Neutral Bioeconomy", *BioDesign Research*, pp. 1-5. 10.34133/2020/7914051.
- Kossoff, G. (2011), *Holism and the reconstitution of everyday life: A framework for transition to a sustainable society*. PhD Thesis, University of Dundee, Dundee, UK.
- Lepora, N. F., Mura, A., Mangan, M., Verschure, P. F. M. J., Desmulliez, M., Prescott, T. J. (2016), *Biomimetic and biohybrid systems*: 5th International Conference, Living Machines 2016, Edinburgh, UK, July 19-22, 2016: proceedings. Springer.
- Luty, J. (2014), *From the Art Instinct to the Artful Species. Evolutionary Explanations, the Problem of Defining Art, and Some Minor Remarks on the Growing Field. Art, Aesthetic Value, and Beauty: On the Evolutionary Foundations of 'Narrative Resemblance Concepts'*.
- Maglic, Michael J. (2012), "Biomimicry: Using Nature as a Model for Design", *Masters Theses* 1911. February 2014. 871. <https://scholarworks.umass.edu/theses/871>.
- Medina, E. (2007), "Bioarte: Una nueva fórmula de expresión artística", *Revista Digital Universitaria*, 8, pp. 2-4.
- Melkozernov, A. & Sorensen, V. (2020), "What drives bio-art in the twenty-first century? Sources of innovations and cultural implications in bio-art/biodesign and biotechnology", *AI & SOCIETY*, 10.1007/s00146-020-00940-0.
- Myers, W. (2012), *Bio Design. Nature, science, creativity*, Thames & Hudson, High Holborn, UK.
- Myers, W. (2012), *Bio design, The museum of modern art*, New York. <https://bit.ly/2MZYCT>.
- Stibral, K. (2015), "Traditions in the Czech Aesthetics of Nature: Between Biology and Philosophy". In Ewa Chudoba, Krystyna Wilkoszewska. *Naturalizing Aesthetics*, Kraków: Libron, Institute of Philosophy of Jagellonian University, s. 103-113, 11 s. zădnă.
- Vincent, J., Bogatyreva, O., Bogatyrev, N., Bowyer, A., Pahl, A. (2006), "Biomimeticas: its practice and theory", *The Royal Society*, vol. 3, issue 9.