

Biodigital product design: an emerging project approach

David A. Torreblanca-Díaz¹

¹ Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia
² Universidad Internacional de Cataluña, Barcelona, España
david.torreblanca@upb.edu.co

Abstract. BioDigital architecture and design is a fusion of biological and digital domains. Qualitative research project is proposed, aiming to collect information about the theoretical body, key concepts and cases of BioDigital product design. Books, papers, websites and digital platforms (CumInCAD and Scopus) were reviewed, and the professor Alberto T. Estévez was interviewed, one of the main promoters of this proposal. Most information found was focused on the BioDigital architecture, the professor Alberto T. Estévez defines the foundations and methods of BioDigital proposal, who outlines biodigital product design basis, other references are Claudia Pasquero and Marco Poletto and the professor Marcos Cruz. Cases of biodigital product design were found at different complexities and approaches, mostly from the U.S. and Europe and few cases from Latin America. It is concluded that is an emerging and avant-garde approach field with little information available and it opens new perspectives for product design.

Keywords: Biodigital design, Biodigital architecture, Genetic architecture, Biolearning, Product design.

1 Introducción

Estamos siendo testigos de una expansión notable de las aplicaciones digitales en arquitectura, un nuevo paradigma que está borrando los límites entre la conceptualización y la materialización (Carpo, 2011). El diseño paramétrico propone nuevos entornos, herramientas y modos de trabajo con enfoques metodológicos y cognitivos que han repercutido en diferentes ámbitos como la arquitectura, el diseño de productos y el diseño de vestuario (Oxman, 2017). Por otra parte, la biología es una ciencia en pleno crecimiento, con avances sin precedentes y se posiciona como la ciencia del siglo XXI. El uso de referentes de la naturaleza ha sido recurrente en proyectos de diseño y arquitectura de todas las épocas. El concepto de biónica fue propuesto por el doctor coronel Jack E. Steele en 1960 en una investigación comparativa entre los sistemas

naturales y sintéticos en la *United Air Force* de los Estados Unidos (Villamil & Otálvaro, 2019). En las últimas décadas aparecen diferentes enfoques como la biomimética, el biodiseño, la biofabricación, la bioinspiración y muchos otros; estas ideas proponen nuevas maneras para concebir el proceso proyectual usando referentes de la naturaleza, sin embargo, son ambiguas y difíciles de entender, especialmente por parte de investigadores de sectores no científicos (Kapsali, 2022). Iouguina et al. (2014) proponen la idea de *disciplinas bioinformadas* (BID), un término integrador que abarca todas las iniciativas proyectuales basadas en la naturaleza. Emerge la *arquitectura biodigital*, también llamada *arquitectura genética* y parte de las *disciplinas bioinformadas*; Estévez (2020) la define como una fusión entre el dominio biológico y el digital, una aproximación proyectual con posibilidades sin precedentes gracias al desarrollo acelerado de las tecnologías digitales y de la genética, más que imitar a la naturaleza, aprender (bioaprendizaje) y colaborar con ella.

La mayor parte de proyectos e información disponible están enfocados en la *arquitectura biodigital*, pero no hay suficiente información *teórico-conceptual* para el *diseño de objetos biodigitales*. Todo esto motiva la propuesta de investigación presentada en este *conference paper*, un proyecto orientado a recopilar información acerca del *corpus teórico* de lo *biodigital*, fundamentos, conceptos clave y casos de aplicación en diseño de productos, una área emergente y poco estudiada. Los resultados podrán ser de utilidad para profesionales, profesores e investigadores, en tanto podrá contribuir a conocer las bases y límites conceptuales de esta nueva aproximación proyectual, así como sus ventajas y posibles aplicaciones. En este texto se dan a conocer los primeros resultados y acercamientos para dar respuesta al objetivo planteado.

2 Metodología

Se propuso una investigación documental con énfasis bibliométrico y con un enfoque cualitativo, se usan datos cuantitativos en la primera etapa, pero esta información es complementaria para el proyecto. Se hizo una revisión bibliográfica (libros y papers), búsqueda de información en las en las bases de datos CuminCAD <http://papers.cumincad.org/> y Scopus <https://www.scopus.com/> y se visitaron sitios web de arquitectos y diseñadores con una orientación proyectual *biodigital*. Se utilizó CumInCAD porque es una importante base de datos acumulativa de publicaciones sobre diseño arquitectónico asistido por computador, incluye información bibliográfica sobre más de 12.300 registros de revistas y congresos como ACADIA, ASCAAD, CAADRIA, eCAADe, SiGraDi, CAAD futures, DDSS y otros (CumInCAD, 2023). Acerca de Scopus, es un prestigioso y confiable repositorio de trabajos académicos, con más de 77 millones de elementos indexados de diferentes disciplinas (Scopus, 2023). Por último, se hizo una entrevista estructurada al

profesor Alberto T. Estévez, unos de los principales gestores de la propuesta biodigital.

3 Resultados

3.1 Búsqueda en bases de datos digitales

Como una primera aproximación, se hizo una búsqueda en las bases de datos CuminCAD y Scopus. Las palabras clave elegidas para la búsqueda fueron: *Biodigital*, *Bioaprendizaje /Biolearning*, *Organicismo / organicism*. Respecto los parámetros usados, en Scopus se eligió la opción *keywords*, no se puso restricción de años, ya que no existe el filtro de arquitectura y diseño tampoco se puso restricción de áreas porque los conceptos usados son multidisciplinarios. En el caso de CuminCAD sólo se escribió la palabra clave en el buscador ya que no ofrece opciones de filtro, en ese caso una ventaja es que es un repositorio de diferentes congresos internacionales enfocados a arquitectura y diseño, destacando el uso de herramientas digitales. Según la información encontrada, el término *Biodigital* aparece en CuminCAD desde el año 2009 hasta el 2022, con una frecuencia discontinua (no en cada año) y desde el año 2009 al 2023 en Scopus. En cambio, la palabra clave *Biolearning / Bioaprendizaje* se puede ver sólo un hallazgo en 2016 en CuminCAD, en Scopus dos apariciones, una en 2017 y otra en 2021. Por último, el concepto de *Organicismo / Organicism* tiene 67 publicaciones en CuminCAD (37 en 2016 y 30 en 2019) y en Scopus se encontró sólo una publicación en 2017. Ver figuras 1, 2 y 3.

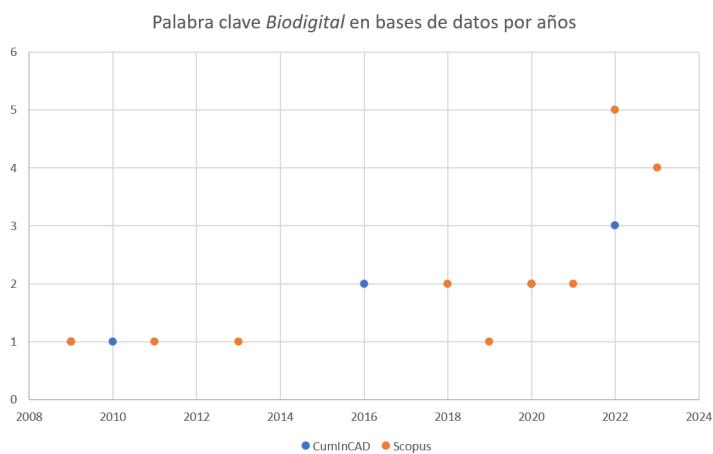


Figura 1. Gráfico resultado de la búsqueda de la palabra clave *Biodigital* en las bases de datos CuminCAD y Scopus, por años. Fuente: el autor, 2023.

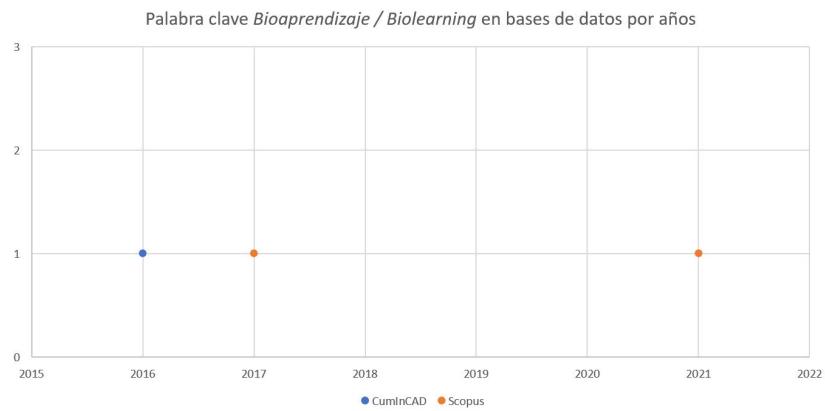


Figura 2. Gráfico de la palabra clave Biolearning / Bioaprendizaje, búsqueda en las bases de datos CumInCAD y Scopus, por años. Fuente: el autor, 2023.



Figura 3. Gráfico de la palabra clave *Organicismo / Organicism*, búsqueda en las bases de datos CumInCAD y Scopus, por años. Fuente: el autor, 2023.

Al hacer comparaciones entre las tres palabras clave, considerando la cantidad de apariciones en cada plataforma, se pudo apreciar que *Organicismo / Organicism* tuvo 67 en CumInCAD y 1 en Scopus, *Biodigital* 9 y 19 y *Biolearning / Bioaprendizaje* 1 y 2 apariciones respectivamente (figura 4). Considerando el total de hallazgos sumando las apariciones de ambas bases de datos, se vio que *Organicismo / Organicism* es la que tiene mayor cantidad de apariciones en total (68), seguido por *Biodigital* (28) y por último *Biolearning / Bioaprendizaje* fue la que tuvo menos cantidad de apariciones en total (3).

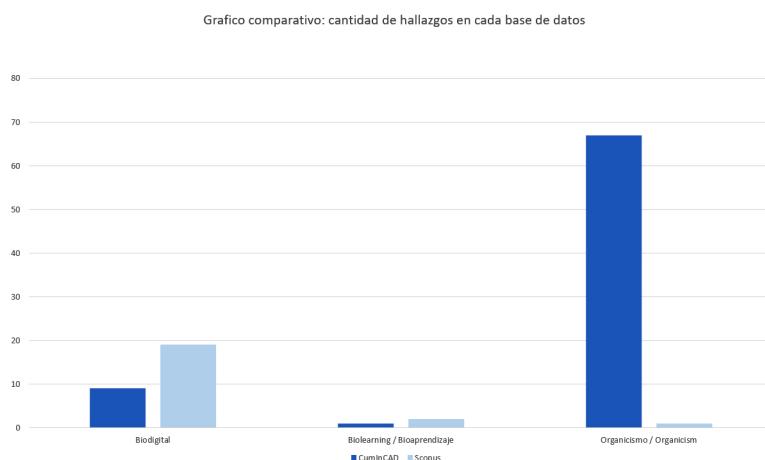


Figura 4. Gráfico comparativo sobre la cantidad de hallazgos de las tres palabras clave en cada base de datos. Fuente: el autor, 2023.

Revisando las primeras publicaciones por cada palabra clave, se puede ver que el profesor Alberto T. Estévez es quien aparece con la mayor cantidad de textos en primera instancia, esto ocurre con el concepto de *Biodigital* (2009 en CumInCAD y Scopus), *Biolearning / Bioaprendizaje* (2016 en CumInCAD y 2017 en Scopus, ambos junto al autor Diego Navarro) y por último el concepto de *Organicismo / Organicism* (2017 en Scopus, también junto al autor Diego Navarro), en el caso de esa palabra clave en CumInCAD la primera publicación registrada fue en 2016 y son los papers de *Living Architecture Systems Symposium / White papers*.

3.2 Hacia una definición de la arquitectura y diseño biodigital

La *arquitectura y diseño biodigital* es un concepto emergente, un término poco usado, con poca información disponible. Por otra parte, el autor con la mayor parte de textos que aparecen por primera vez con las palabras claves en las bases de datos analizadas (CumInCAD y Scopus) es Alberto T. Estévez, en esta sección se utilizarán definiciones de este profesor e investigador, información extraída de sus publicaciones y de una entrevista (comunicación personal). Estévez (2020) define la *arquitectura y diseño biodigital* como una fusión entre el dominio biológico y el digital, entre la inteligencia natural e inteligencia artificial, bioaprendizaje y aprendizaje automático, biofabricación y fabricación digital, palabras clave que dan forma a la nube de *biodigital*, que debe proporcionarnos un futuro mejor para nuestro planeta a través de la arquitectura y el diseño: quizás el único futuro para vivir con dignidad. Estévez (2015) destaca las ventajas de usar sinéricamente referentes de la naturaleza y tecnologías digitales para procesos de diseño; enfatiza las grandes potencialidades del mundo natural si se trabaja con ADN como si fuese un software natural y las grandes posibilidades que tiene el mundo digital si se trabaja con software como si fuese un ADN digital, ya que el *software* y el ADN acaban siendo lo mismo: cadenas de información que determinan el orden para un proceso de emergencia de la forma, de autoorganización y crecimiento autónomo. La integración de estos elementos lleva al concepto de *arquitectura genética y biodigital*, consolidándose en estas últimas décadas como una auténtica vanguardia del siglo XXI. La sinergia entre lo biológico y lo digital en arquitectura y diseño es relevante por varias razones que abarcan tanto aspectos prácticos como conceptuales; abre nuevas posibilidades creativas e innovadoras en el diseño arquitectónico (innovación y creatividad), a través un aprendizaje de la naturaleza que ha evolucionado durante millones de años, optimizando diseños y procesos (biomimética, bioaprendizaje y eficiencia), puede ayudar a mejorar la sostenibilidad de los edificios y las ciudades, con soluciones más eficientes y *adaptativas-responsivas*, en equilibrio con el medio ambiente (sostenibilidad y resiliencia / adaptabilidad y respuesta al entorno), por mencionar algunos aspectos (Alberto T. Estévez, comunicación personal, 02 de agosto de 2023).

3.3 Fundamentos y métodos de la arquitectura biodigital

Ya se ha hecho una definición general de la *arquitectura biodigital*; ahora bien, esta idea vanguardista requiere una metodología proyectual diferente a los métodos convencionales, incluso opuestos a lo funcional-racionalista. La *arquitectura biodigital* propone un nuevo proyectar *ecológico-medioambiental* y *cibernético-digital*. En el libro fundacional titulado *Arquitecturas genéticas*, publicado en 2003 se define lo *ecológico-medioambiental* como una visión que va más allá de un sentido ecológico en las propuestas para conservar la naturaleza, se plantea diseñar junto con la naturaleza misma, entonces se borra el límite entre objeto(construcción) y fondo(entorno), se funde todo en una unidad orgánica. En esa misma publicación se define el nuevo proyectar *cibernético-digital* como el uso de las tecnologías digitales más allá del simple reemplazo de las técnicas manuales o sólo como técnicas de representación, sino como herramientas creativas, recursos fundamentales del proceso de diseño que amplifican las posibilidades. Es posible integrar todas las variables geométricas, materiales y constructivas desde el inicio, (es decir se cambia el paradigma, no se diseña un elemento, se diseña un proceso) para generar una amplia variedad de alternativas morfológicas que se pueden modificar de manera dinámica y originan propuestas personalizadas en oposición a la idea se producción seriada y racionalista de la modernidad (Estévez, 2003). El *diseño y arquitectura biodigital* se diferencia de los métodos convencionales en varios aspectos clave, en síntesis, propone un nuevo paradigma transdisciplinario basado en la integración entre lo biológico y lo digital, utiliza la biomimética y bioaprendizaje como herramientas fundamentales, tiende a adoptar un enfoque más holístico y sistémico, considerando el diseño como parte de un ecosistema más amplio, busca crear estructuras y sistemas arquitectónicos que sean adaptables y evolutivos, fomenta la experimentación y la innovación en la búsqueda de soluciones, tiene una fuerte orientación hacia la sostenibilidad y el respeto al medio ambiente con propuestas que reduzcan la huella de carbono (Alberto T. Estévez, comunicación personal, 02 de agosto de 2023).

3.4 Diseño de productos biodigitales: una idea emergente

En el libro *Arquitecturas genéticas* se dice que, si el concepto *biodigital* se aplica la arquitectura, también es posible en *todo lo demás, en lo otro*, refiriéndose a que se puede usar en proyectos de diseño de objetos, mobiliario, vestuario, entre otros. Con esta declaración queda claro que esta idea es amplia e incluye desde el inicio a los objetos como elementos proyectuales, sin embargo, en las bases de datos indagadas no se ha encontrado otra información teórica que lo respalde o complemente, los únicos acercamientos al diseño de *objetos biodigitales* encontrados en otros medios (además del profesor Estévez) y que usan este término de manera explícita fueron de ecoLogicStudio y el profesor Marcos Cruz de Bartlett (UCL).

Desde la figura 5 a la 9 se pueden ver una selección de *objetos o productos biodigitales*, la mayoría de estos proyectos no declaran explícitamente haber sido desarrollados bajo los fundamentos de lo *biodigital*, pero cumplen plenamente con este enfoque. Neri Oxman del MIT desarrolló el proyecto *Carpal Skin*, un guante para proteger contra el síndrome del túnel carpiano, la superficie distribuye materiales duros y blandos para adaptarse a los requisitos anatómicos y fisiológicos del paciente, limitando el movimiento de una manera personalizada, la morfología está basada en los patrones de pieles de animales (Oxman, 2018). *Hyphae*, una serie de lámparas orgánicas diseñada por Nervous systems y basadas en las morfologías de las venas de las hojas (Nervous system, 2023). Emerging objects desarrolla el proyecto *Planter Bricks*, una serie de ladrillos de concreto con formas orgánicas que cobijan plantas en su interior, tienen el potencial de contrarrestar el efecto isla de calor en las grandes ciudades mediante la evapotranspiración (Emerging objects, 2023). En el estudio Joris Laarman Lab, desarrollaron la silla *bones*, su geometría está basada en las morfologías de árboles y huesos, utilizando algoritmos evolutivos y de optimización estructural (Joris Laarman Lab, 2023). El equipo de Growth objects diseñó una serie de collares basado en las ramas de los árboles, las joyas con forma de toroide integran elementos naturales: el musgo nórdico (Growth objects, 2023). Estévez et al. (2020) desarrollaron a través de algoritmos una serie de muebles llamados *Radiolaria* and *Hyperboloid* Barcelona Furniture, con geometrías complejas, especialmente para ser fabricados a través de fabricación aditiva y basados en el fenómeno de la naturaleza llamado *puentes capilares*. El equipo de gt2P concibe un sistema mural con un carácter *afectivo-emocional*, es posible guardar en sus módulos papeles con deseos, secretos y planes; la morfología se basa en colonias de crustáceos (picorocos) que viven en las costas chilenas (gt2P, 2023). *Cobogó rizoma* es un proyecto del estudio Guto Requena, consiste en un ladrillo basado en el *Rizoma*, un tipo de tallo que crece de manera uniforme y horizontal sin necesidad de apego al suelo ni jerarquías para desarrollarse (Guto Requena, 2018). Una bioescultura diseñada por Claudia Pasquero y Marco Poletto y su equipo (@ecoLogicStudio), basada en la morfología de corales, la estructura híbrida integra elementos artificiales (polímeros impresos en 3D) y naturales (cianobacterias) en un solo sistema (ecoLogicStudio, 2023). Por último, la investigación *Genetic Barcelona Project*, (etapa 1, 2003-2006) de © Alberto T. Estévez y su equipo, un proyecto de vanguardia que propone modificar genéticamente árboles para otorgarle la capacidad de bioluminiscencia (que no es propia de estos organismos) para usos domésticos y urbanos, como consecuencia se podría evitar el uso de energía eléctrica para la iluminación nocturna urbana y con un impacto positivo para el medio ambiente (Estévez, 2015).

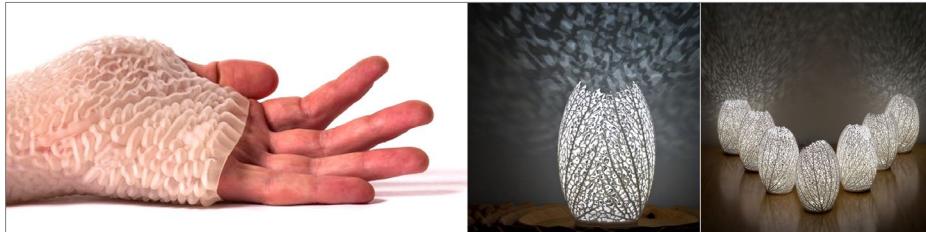


Figura 5. De izquierda a derecha: proyecto Carpal Skin de © Neri Oxman y Hyphae Lamp de © Nervous system. Fuente: MediaLab MIT, 2023 y Nervous system, 2023.

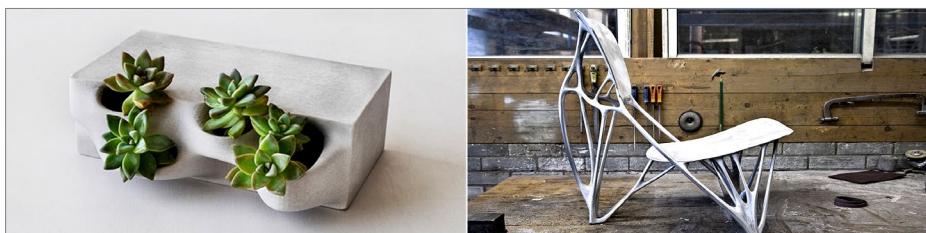


Figura 6. De izquierda a derecha: proyecto Planter Bricks de © Emerging objects y Bone Chair de © Joris Laarman. Fuente: Emerging objects, 2023 y Joris Laarman, 2023.



Figura 7. De izquierda a derecha: collar inspirado en las ramas de los árboles de © Growth objects y BioDigital Barcelona Furniture Series de ©Alberto T. Estévez y Pablo Baquero (*Computational designer*). Fuente: Growth objects, 2020 y Alberto T. Estévez, 2020.



Figura 8. De izquierda a derecha: Shhh the hope keeper de © gt2P y el proyecto Cobogó rizoma de © Guto Requena. Fuente: gt2P, 2023 y Guto Requena, 2023.



Figura 9. De izquierda a derecha: H.O.R.T.U.S. XL Astaxanthin.g, *bioescultura* de Claudia Pasquero y Marco Poletto (©ecoLogicStudio), Genetic Barcelona Project, (etapa 1, 2003-2006) © Alberto T. Estévez. Fuente: ecoLogicStudio, 2023) y Alberto T. Estévez, 2015.

4 Discusión

Los primeros resultados de esta investigación entregaron información relevante, aunque aún no es concluyente. La búsqueda en las bases de datos digitales evidenció que los términos *Biodigital*, *Bioaprendizaje / Biolearning* y *Organicismo / Organicism*, han sido usado de manera reciente y por una escasa cantidad de autores, siendo *Organicismo / Organicism* la que tiene mayor cantidad de apariciones y Alberto T. Estévez es el primero que usa la idea de *biodigital* en esas plataformas y quien tiene la mayor cantidad de publicaciones sobre estos temas. En otros medios se encontró que ecoLogicStudio y el profesor Marcos Cruz de Bartlett (UCL) utilizan la palabra *biodigital*, todos ellos cercanos al profesor Estévez, esto revela que esta idea está muy ligada a la Universidad Internacional de Cataluña con el máster y doctorado en *Arquitectura Genética y Biodigital*, junto con Bartlett, relacionado con el máster *Bio-Integrated Design* (Bio-ID), en esa misma universidad también dictan clases Claudia Pasquero y Marco Poletto (ecoLogicStudio), entonces estas vinculaciones conforman un núcleo de desarrollo de esta propuesta. El profesor Alberto T. Estévez es quien

hace la definición, fundamentación y desarrollo de la propuesta de lo *biodigital* y la única aproximación a *diseño de objetos digitales* que se encontró, por ello la mayor cantidad de referencias de este texto son de este arquitecto, profesor e investigador. Sería valioso hacer búsquedas con términos similares que relacionen lo digital con el diseño basado en la naturaleza como biomimética digital, biodiseño digital, entre otros. Respecto los casos encontrados de *diseño de objetos biodigitales*, se concluye que pocos declaran usar el concepto *biodigital*, pero cumplen con sus fundamentos, llama la atención que los casos identificados provienen en su mayoría en Europa y U.S.A., con pocos casos en Latinoamérica, en este caso se ha mostrado el caso de gt2P(Chile) y Guto Requena (Brasil). Se pudieron encontrar proyectos en diferentes escalas, complejidades y con diferentes enfoques, desde elementos que imitan a la naturaleza en su morfología, funcionalidad, materialidad, desempeño estructural, hasta un caso en el cual se hacen intervenciones genéticas. Sería interesante para próximas etapas hacer una clasificación, una taxonomía de estos casos, sus características y enfoques. Finalmente, este estudio abre preguntas sobre el futuro de los *objetos biodigitales*, por ejemplo ¿qué pasa si se diseñan objetos que reaccionen ante los estímulos de su entorno(responsivos)? ¿con un comportamiento colectivo emergente y colaboren entre sí(colaborativos)?, así como el profesor Estévez propone materiales que crecen, ¿es posible diseñar objetos que crezcan?, ¿objetos que evolucionen(evolutivos)?, quedan así abiertas nuevas perspectivas para el diseño de productos.

Referencias

- Carpo, M., 2011. The Alphabet and the Algorithm. MIT Press, Cambridge.
- CumInCAD (2023). About. Cumulative Index about publications in Computer Aided Architectural Design. Recuperado el 5 de agosto, 2023 de <http://papers.cumincad.org/about.html>.
- EcoLogicStudio (2023). ecoLogicStudio. London, United Kingdom: h.o.r.t.u.s. xl astaxanthin.g project. Recuperado el 5 de agosto, 2023 de <https://www.ecologicstudio.com/projects/h-o-r-t-u-s-xl-astaxanthin-g>
- Emerging objects (2023). Emerging objects. California, United States of America: Planter Bricks. Recuperado el 5 de agosto, 2023 de <https://emergingobjects.com/project/planter-bricks/>
- Estévez, A. T. (2003). Genetic architectures / Arquitecturas genéticas. Escola Técnica Superior d'Arquitectura, Universitat Internacional de Catalunya.
- Estévez, A. T. (2015). Arquitectura biodigital y genética: escritos = Biodigital architecture genetics : writings. ESARQ (Escola Técnica Superior d'Arquitectura, Universitat Internacional de Catalunya).

- Estévez, A. T. (2020). 4th International Conference for Biodigital Architecture & Genetics. Escola Técnica Superior d'Arquitectura, Universitat Internacional de Catalunya.
- Estévez, A. T., Baquero, P., & Giannopoulou, E. (2020). A Unified Force Driven Design for Additive Manufacture Large Scale Structure using Particle Spring Systems. In 4th International Conference of BioDigital Architecture and Genetics (1st ed., Vol. 1, pp. 244–255).
- Growth objects (2023). Growth objects. Barcelona/ Girona, Spain: wreath-necklace. Recuperado el 5 de agosto, 2023 de <http://growthobjects.com/?portfolio=wreath-necklace>
- gt2P (2023). Great things to People / gt2P. Santiago, Chile: Shhh the hope keeper. Recuperado el 5 de agosto, 2023 de <https://www.gt2p.com/Shhh-the-hope-keeper>
- Guto Requena (2018). Guto Requena. São Paulo, Brasil: Proyecto Rizoma. Recuperado el 5 de agosto, 2023 de <https://gutorequena.com/rizoma/>
- Iouguina, A., Dawson, J. W., Hallgrímsson, B., & Smart, G. (2014). Biologically informed disciplines: A comparative analysis of bionics, biomimetics, biomimicry, and bio-inspiration among others. *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, 9(3), 197–205. <https://doi.org/10.2495/DNE-V9-N3-197-205>
- Joris Laarman Lab (2023). Joris Laarman Lab. Zaandam, the Netherlands: Bone chair. Recuperado el 5 de agosto, 2023 de <https://www.jorislaarman.com/work/bone-chair/>
- Kapsali, V. (2022). All things bio: A conceptual domain-based approach to mapping practice within the landscape of biologically informed disciplines. *Design Journal*, 25(4), 516–536. <https://doi.org/10.1080/14606925.2022.2058449>
- Nervous system (2023). Nervous system. New York, United States of America: Hyphae Lamp. Recuperado el 5 de agosto, 2023 de <https://n-e-r-v-o-u-s.com/shop/generativeProduct.php?code=99>
- Oxman, R. (2017). Parametric design thinking. *Design Studies*, 52, 1-3.
- Oxman, N. (2018). Neri Oxman. Boston, United States of America: carpal-skin project. Recuperado el 5 de agosto, 2023 de <https://neri.media.mit.edu/projects/details/carpal-skin.html#prettyPhoto>
- Scopus (2023) About. A multidisciplinary scientific Index. Recuperado el 5 de agosto, 2023 de <https://blog.scopus.com/posts/scopus-tip-trick-search-smarter-find-faster>
- Scopus (2023) About. A multidisciplinary scientific Index. Recuperado el 5 de agosto, 2023 de <https://www.scopus.com/>
- Villamil, B., & Otálvaro, V. (2019). Biónica y biomimética en el diseño de productos: Modelos de aplicación (Primera ed). Universidad del Valle.