



Figura 4. Organicismo digital, escala de edificio, museo biodigital. Izquierda, © Alberto T. Estévez, *One drop, one world, one system*, 7, foto tomada en Puigcerdà (España), 2021: sistema natural de gotas de rocío atrapadas en pelos de perro en la hierba de su jardín, que sirve de referencia posterior al diseño del Floral Meet Museum. Derecha, Alberto T. Estévez (colaboradora Yomna K. Abdallah, *computational designer*), fachada de entrada del Floral Meet Museum, Santa Susana (España), 2024. “Arquitectura de burbujas”, sólo que ahora ya diseñada sirviéndose también de la Inteligencia Artificial, “domada”, canalizada como un instrumento más de creación y visualización del proyecto, último “signo de los tiempos”, de nuestro *Zeitgeist*, aparecido hasta hoy, como herramienta para “acorrallar” la idea, para “forjar” su forma y ordenar su armonía.

Una de las cosas que más llamaba la atención de todos estos autodidactas, que en aquellos tiempos andaban desconectados y esparcidos por el mundo, al empezar a invitarles a finales de los 90 para conferenciar en la Escuela, y desde el año 2000 integrados en la docencia del Máster en Arquitectura Biodigital, era su común acercamiento a la naturaleza con el que empezaban sus presentaciones. A diferencia de lo que hasta entonces era normal en conferencias de arquitectos sobre sus pensamientos y obras, siempre con referencias al Movimiento Moderno. Luego, cuando se les llevaba a ver por primera vez la obra de Antoni Gaudí, mostraban todos ellos una singular fascinación. Observando que exteriorizaban mayor afinidad con, por ejemplo, el templo de la Sagrada Familia que con cualquier otro de los edificios paradigmáticos de la modernidad. Pues esos espacios y formas complejas de todo tipo, de geometría reglada alabeada, que veían ahí ya construido, real, era justo lo que ellos querían hacer, con ordenador, claro.

Y seguía diciendo (Estévez, 2005, reeditado en 2015):

“Mientras, cada vez más, el organicismo digital está ‘arrasando’. Y ya hoy, no hay escuela de arquitectura realmente avanzada en el mundo que no se le vea por todas sus aulas (los Postgrados de la Columbia en Nueva York, de la AA en Londres, de la ESARQ en Barcelona, por poner algún ejemplo). De una manera que recuerda una dinámica similar a lo que ocurrió no hace tanto con el deconstructivismo. Sólo que en este caso queda condicionado a la disponibilidad del software que lo hace viable. Por lo que en muchas escuelas el retraso

perdurará como mínimo hasta que un cambio generacional en sus responsables permitan entender las cosas de otra manera: debe quedar claro que este nuevo proyectar cibernético-digital que se ha extendido en este último tiempo es contrapuesto –en superación– al uso del ordenador como mero sustituto del dibujo manual, puesto que se desarrolla desde dentro mismo del medio informático, como herramienta no sólo gráfica, sino creativa, de proyecto y de producción. (...) De hecho, la crítica actual al organicismo digital, por formalista, nada tectónico, ni realista, se quedará sin argumentos cuando entienda que existen por lo menos esos dos sistemas coherentes de construirlo. Como en un flujo natural entre los medios de proyectación utilizados y los medios de producción ya posibles: una manera literalmente genética (aún nunca realizada) y una manera metafóricamente genética (ya con ejemplos contruïdos). Ambas procedentes respectivamente de los mencionados nuevo proyectar ecológico-medioambiental y nuevo proyectar cibernético-digital, actualmente en pleno auge. (...) Sólo será justa su crítica, su puesta en crisis, si por el contrario el organicismo digital se siguiese contruïendo de manera convencional, por falta de medios técnicos o por falta de medios económicos: aún se debe esperar a que los poderosos del mundo encaucen estas técnicas para que se apliquen apropiadamente a la arquitectura y así sean económicas. A esos robots de la industria automovilística, aeronáutica u otras, les faltan ruedas, guías, ser grúas, para poder desplazarse por el terreno a contruïr. (...) Pero ahora la página ya ha girado, y se ha abierto por la del organicismo digital, que es en lo que ha devenido la arquitectura digital de hoy día. (...) Sin embargo, a fecha de hoy, todavía por el limitado desarrollo para la arquitectura real de las posibilidades de producción robotizada a escala 1/1, con muy pocas excepciones, prácticamente sólo se ejerce la proyectación, aunque ya desde cualquier dibujo se puede llegar a comandar su ejecución”.

Situación que se ha corroborado tras dos décadas de que sólo muy poco a poco se abre paso en la realidad contruïda el imprimir edificios enteros. Y cuando se observa que en una obra sí se ponen las posibilidades de producción robotizada a escala 1/1, sin embargo, en su hasta ahora gran mayoría, el proyecto poco o nada tiene que ver con el organicismo digital, sino más bien con un diseño de arquitectura convencional y anodina. Aunque se ven cada vez más edificios que se corresponden al organicismo digital, pero sólo por su ideación y diseño, pues quedan contruïdos con medios más o menos tradicionales, a excepción, en el mejor de los casos, a veces, de algunos componentes sí robotizados en su fabricación.

Concluyendo...

En definitiva, el organicismo digital surge como una evolución del organicismo, según se ha comentado, que puede entenderse fácilmente desde obras de Antoni Gaudí, Frank L. Wright, Erich Mendelsohn, Eero Saarinen, Santiago Calatrava, etc., con una similar integración de forma y función, todo en continuidad formal unitaria, con una mirada puesta en la naturaleza. Y al incorporar a ese entendimiento de la arquitectura las herramientas digitales avanzadas para diseñar, evoluciona entonces evidentemente a llamarse organicismo digital. Haciéndose notar que no por ello ha de esperarse que necesariamente imite a la naturaleza. Pues también se ha pasado a utilizar la tecnología digital avanzada como herramienta creativa por sí misma, de manera inmanente, sin imitación alguna de nada: diseño paramétrico, simulaciones computacionales, software de modelado, para explorar posibilidades que antes eran inalcanzables. Claro que, sin ser condición *sine qua non* para quedar definido como organicismo digital, ciertamente puede haber detrás una inspiración en la naturaleza, aunque sea subliminal, o un directo bioaprendizaje, utilizando formas orgánicas y patrones derivados de la biología. Por ejemplo, geometría reglada alabeada (la que Gaudí descubrió y reivindicó para la arquitectura como la propia de la biología y más eficiente), o geometría como de crecimiento natural, o fractales, voronoi, campos de fuerza, atractores, reaction-diffusion, etc. Todo lo que sirva como punto de partida para el diseño, que, por su actual potencia de procesamiento y capacidad de fascinación en abstracto, ha desembocado en poderse trabajar ya sin referencia figurativa alguna.

De hecho, esta cuestión de la abstracción no imitativa de las formas naturales ya tiene más de 100 años, cuando rompiendo con el academicismo clasicista y el eclecticismo de los estilos históricos a finales del siglo XIX, buscando un arte nuevo, una arquitectura joven (*Jugendstil*), que respondiera a las realidades de una sociedad moderna, encontraron “el convencimiento de que debía ser posible, mediante formas libres, conseguir efectos fuertes y vivos en arquitectura y diseño. Tras muchos intentos y una serie de trabajos prácticos llegué a confirmar ese convencimiento, y empecé a trabajar sistemáticamente en esa línea (...) si esas formas aparecen o no en la naturaleza es indiferente”, que diría August Endell. Siguiendo con que “quien haya aprendido a entregarse completamente a sus impresiones visuales, sin asociaciones, sin pensamientos secundarios, quien haya sentido, aunque sea una vez, el efecto emocional de las formas y los colores, encontrará en ellos una fuente inagotable de placer extraordinario e inesperado. Es realmente un mundo nuevo el que se está abriendo. Y debería ser un acontecimiento en la vida de cada persona donde por primera vez se despierte la comprensión de estas cosas. Es como una embriaguez, como una locura que nos invade. El gozo amenaza aniquilarnos, la exuberancia de belleza, asfixiarnos. Quien no haya pasado por esto nunca entenderá las bellas artes.” Y sin embargo sigue diciendo que “quien no se ha sentido fascinado por los remolinos de la hierba, por la maravillosa dureza de las hojas de cardo, por la imperiosa juventud de los yemas de las hojas al brotar, el que nunca se ha sentido cautivado y excitado hasta el fondo de su alma por la pujante línea de las raíces de un árbol, la impávida fuerza de la corteza resquebrajada, la esbelta suavidad del tronco de abedul, la infinita quietud del extenso follaje, todavía no sabe nada de la belleza de las formas” Endell (1896).

Pues una cosa no quita la otra: la fascinación por las formas orgánicas abstractas producidas digitalmente no impide la fascinación por las formas orgánicas naturales de seres vivos concretos. De la misma manera con que tampoco surgen necesariamente de forma imitativa, copiando a la naturaleza. El placer de crear y disfrutar de las formas orgánicas abstractas, precisamente, más bien revela el origen y razón del placer que todo ser humano experimenta ante las imágenes de la naturaleza: la armonía unitaria conjunta, continua, compleja y diversa, que por su parte el uso del ordenador facilita y automatiza de manera inigualable, gracias a su software gráfico avanzado.

Mientras, los conocimientos y las herramientas habilitadas para trabajar en el organicismo digital siguen una imparable progresión. Sí, sobre todo ahora con la Inteligencia Artificial (Ver Figura 5), o la neurociencia, o los biomateriales, impulsado también por una creciente biofilia generalizada, y los avances en la fabricación 3D, merced al desarrollo de las impresoras 3D, hasta incluso llegar a la bioimpresión 3D, la impresión con células vivas, como comenzó hace ya un tiempo el autor de estas páginas. En concreto, por ejemplo, bioimprimiendo con células de hueso vivas, con el objetivo de obtener posibles estructuras óseas (Estévez, 2021).

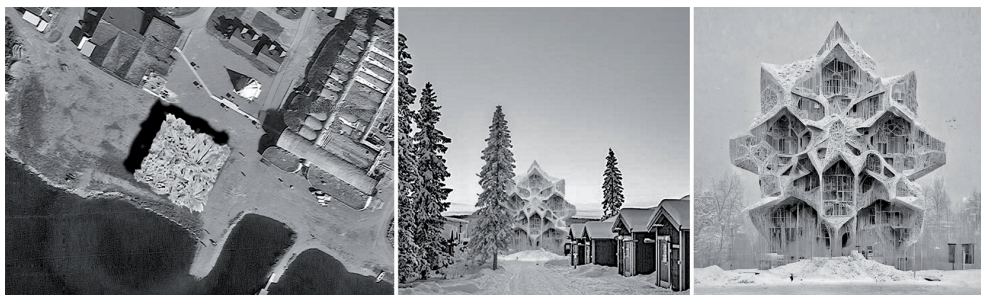


Figura 5. Organicismo digital, escala de edificio, hotel biodigital. Alberto T. Estévez (colaboradora Yomna K. Abdallah, *computational designer*), Hotel Iceberg, Jukkäsjarvi (Suecia), 2022-23. En la población donde cada invierno acuden miles de turistas para alojarse en un efímero hotel de hielo, se proyecta este otro hotel, tomando pie de la geometría de los copos de nieve, y diseñado sirviéndose también de la Inteligencia Artificial: “si esas formas aparecen o no en la naturaleza es indiferente”, que diría Endell, pues desde la abstracción de este caso se busca igualmente una armonía unitaria conjunta, continua, compleja y diversa propiciada por la tecnología digital.

Y como se ha consignado antes, la definición de organicismo digital no queda condicionada por tener en cuenta o no el entorno natural próximo, como tampoco depende de que cumpla con ser más o menos sostenible, o que incorpore sistemas y seres biológicos para ello. Claro que sería de desear que lo integrara, cuando es eso algo que, por deseable y eficiente, todo edificio, organicista o no, debiera ya incorporar hoy día.

Epílogo

A modo de epílogo de este texto, permítase compartir algunas reflexiones finales...

Sabemos cómo de rápidamente aceleradas están pasando las cosas, más y más... Durante milenios no se podía construir todo lo que sí se podía llegar a dibujar. No había ni los medios ni los materiales para ello. Aunque tampoco podía dibujarse lo que ni podía imaginarse, por lo mismo: no había ni los medios ni los materiales. Pero es que, en los últimos años, gracias a la tecnología digital, se ha llegado a poderse construir todo lo que puede dibujarse, pudiéndose imaginar y dibujar cosas que antes no se podía. Y de pronto, ahora mismo, con la implementación de la Inteligencia Artificial ya no hace falta ni dibujar, pues con describirlo es suficiente. Así, en apenas el último año, hemos pasado del paradigma “lo que puede dibujarse puede construirse” a “lo que puede describirse puede construirse”. También merced a los medios más recientes, que ya permiten directamente hacer realidad las imágenes de IA. Pero es que ya ni siquiera hace falta imaginarlo, pues la IA está supliendo la mismísima creatividad humana, y ni siquiera es necesario hacer trabajar las neuronas como antes, ya que se puede acceder ahora casi automáticamente a imágenes que hace bien poco hubieran sido inconcebibles sin un dedicado trabajo previo y, por lo menos, una creatividad bien entrenada. Sabiendo que, además, por los ultimísimos avances, hoy día, las imágenes de IA ya pueden materializarse directamente con impresoras 3D. Con esto se acaba de dar acta de defunción al desarrollo de la creatividad en la manera en que la conocíamos, para tener que mutar a trabajar un tipo de creatividad que sea capaz de manejar la IA creativamente. Parecido a lo que ha pasado siempre en la historia humana, con 1000 casos, como, por ejemplo, que se dejó de saber montar a caballo para aprender a conducir automóviles. Si bien estos nos han traído grandes ventajas, también conllevan grandes problemas. Igualmente, sería una pena que no supiéramos superar lo negativo que algo tan potente como la IA nos trae. Esta claro que gente con poca creatividad ahora la ve incrementada gracias a la IA de una manera que jamás hubiera podido emular. Pero sería tremendo para la humanidad el que por no ejercitar y entrenar su propia creatividad se acabe por agostar del todo: último reducto humano, ni siquiera físico, que quedaría definitivamente invadido por máquinas.

Mientras, sí, el mundo está en llamas, y se enfrenta una tras otra a crisis que son ya totalmente globales, llegando a afectar de pronto y en tiempo real hasta el rincón aparentemente más alejado o aislado: guerras, pandemias, retos sociales, cuestiones ecológicas, desastres medioambientales. Sin embargo, se puede decir que estamos en el lugar adecuado en el momento adecuado si actuamos al servicio de la humanidad y del planeta allá dónde nos encontremos. Estamos haciendo lo mejor que cualquiera puede hacer en este momen-

to, porque con nuestras ideas y esfuerzos estamos abordando las necesidades reales tanto de la humanidad como del planeta. Por supuesto, aún es posible ayudar directamente tanto como podamos, pero nuestro papel reside aquí, en la investigación, la docencia y la práctica, en reconocer el *Zeitgeist*, interpretar los “signos de los tiempos”, imaginar el futuro, prepararnos para él, e inculcar responsabilidad a las generaciones más jóvenes, a la vez que se les abren los ojos a nuevos horizontes y retos.

Debemos enfatizar que el planeta requiere armonía entre los desafíos sociales y ecológicos, ya que estos están inherentemente interconectados. Como arquitectos y diseñadores, es nuestro deber incorporar la sostenibilidad en todo lo que hacemos. Ha desaparecido aquel dicho corbusierano del Movimiento Moderno de que “una casa es una máquina para vivir”. En su lugar, el principio del siglo XXI es que “una casa es una máquina para activar la sostenibilidad”, sin que, con ello, por supuesto, no se pierda ni un ápice en la funcionalidad y confortabilidad que toda vivienda debiera tener. Si adoptamos este principio, podremos transformar las casas en espacios que no solo sirvan a sus propietarios, sino también a la sociedad y al planeta en su conjunto.

Ya no basta con demostrar resiliencia o adaptarse a los desafíos contemporáneos. Este enfoque ya no es suficiente. La naturaleza no se adapta en el corto plazo en que debemos movernos: si una planta no tiene suficientemente un adecuado medio ambiente no se adapta, simplemente se muere. Y esto también es bioaprendizaje. Ya no basta con pensar en adaptarnos, sino que hay que crear el medio ambiente mismo, y cada uno desde su propia y personal acción. No hay hormiga o abeja que no participe en el frenético quehacer en pro del bien de todo el hormiguero o colmena. Igualmente, en el mayor hormiguero-colmena del universo conocido que es la Tierra, cada humano y máquina deben aportar en todas y cada una de sus acciones a la sostenibilidad planetaria.

Necesitamos avanzar mucho más rápido y tomar medidas audaces. Esto significa por lo menos abordar los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas de manera integral. Los arquitectos y diseñadores deben pensar más allá de los límites tradicionales para encontrar soluciones innovadoras que incorporen estos objetivos. Si bien puede que no sea factible lograr un éxito del 100% en los 17 ODS, sí se pueden lograr avances significativos: por ejemplo, alcanzar el 90% en un área, el 60% en otra y el 30% en otra más. Estos esfuerzos contribuirán colectivamente a soluciones significativas, ya que los 17 ODS están interconectados y deben resolverse juntos.

Esta visión define nuestro trabajo en el Grupo de Investigación y Oficina de Arquitecturas Genéticas, y en nuestra docencia dentro del Máster de Arquitectura Biodigital. También encapsula la misión de iBAG-UIC Barcelona (el Instituto de Arquitectura Biodigital y Genética de la Universitat Internacional de Catalunya). Nuestro enfoque combina el bioaprendizaje (bio-learning) y el aprendizaje automático (machine-learning), la inteligencia natural y la inteligencia artificial, la biofabricación y la fabricación digital, la naturaleza y la computación. Reconocemos los paralelismos entre el ADN y el software, los cuales crean sistemas altamente eficientes. Al aprender de la biología y aplicar sus principios a la arquitectura y el diseño a través de herramientas digitales, nuestro objetivo es crear ciudades que se basen por igual en la biología y la tecnología digital. En última instancia, hay que pasar de “La Ciudad Funcional” del movimiento moderno a que las ciudades del futuro sean 50% biológicas y 50% digitales, o tal vez dejen de existir. Y si el objetivo del

movimiento moderno era diseñar en clave moderna “de la cuchara a la ciudad”, ahora toca diseñar “del ADN al planeta”. Pues por primera vez el ser humano puede acceder a trabajar más allá de la superficie de las cosas, a nivel intramolecular. Y debe considerar también que las acciones humanas tienen hoy en día un impacto global, planetario. Mientras que el desarrollo de la genética y de los medios digitales, su potencia, si correctamente aplicada, puede permitir un avance considerable en la sostenibilidad planetaria. Además de que el mundo digital permite una fácil interescolaridad, ilustrada en las Figuras de este escrito, desde la escala territorial (Ver Figura 2) a la objetual (Ver figuras 6 y 7), pasando por la urbana (Ver Figura 3) y la de los edificios (Ver Figuras 4 y 5).



Figura 6. Organicismo digital, escala objetual, series de mobiliario biodigital. Alberto T. Estévez, *Biodigital Barcelona Furniture*, diseño y fabricación digital 3D de muebles, “hijos de nuestro tiempo”, pues estas piezas no se podían ni imaginar, ni dibujar, ni fabricar en el siglo XX, pues no tenía los medios digitales para ello. Izquierda arriba, abajo, y centro, *Radiolaria Barcelona Furniture Serie*, 2010-20, e izquierda abajo y centro, *Hyperboloid Barcelona Furniture Serie*, 2019-20 (colaborador, Pablo Baquero, *computational designer*). Derecha, *Pearl Cloud Barcelona Furniture Serie*, Barcelona, 2022 (colaboradora, Yomna K. Abdallah, *computational designer*), para impresión digital 3D con el material propio de las perlas, extraído de conchas marinas y cáscaras de huevo, siendo la producción de, por ejemplo, el mejillón, más de 250.000 toneladas sólo en España, y más de un billón de huevos al año en el mundo.

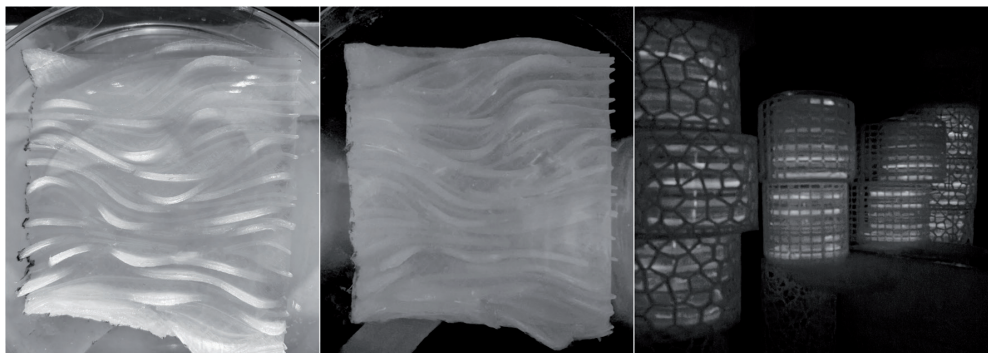


Figura 7. Organicismo digital, escala objetual, paneles y lámparas biodigitales. Alberto T. Estévez, *Genetic Barcelona Project*, 6ª fase, 2023-26 (colaboradores en esta 6ª fase, financiada por la fundación alemana Fritz und Trude Fortmann Stiftung, Yomna K. Abdallah, *computational designer*, Aranzazu Balfagón, Marta Serra y Jae-Seong Yang (CRAG), genetistas), para la integración de la bioluminiscencia en el diseño arquitectónico y urbano, en pro de una mayor sostenibilidad. Izquierda, pieza de panel bioreceptivo con patrones propios de la naturaleza. Centro, esa misma pieza con aplicación de bioluminiscencia bacteriana (fotografiada con cámara digital convencional, diafragma f/1,6 y 10 segundos de exposición). Derecha, biolámparas bacterianas con patrones voroni, propios de la naturaleza, en comparación con biolámparas con patrones ortogonales, que manifiestan una menor eficiencia en la resistencia de su estructura, comparado con la cantidad de material y la energía usada para su fabricación (fotografiadas con cámara digital convencional, diafragma f/1,6 y 1,1 segundo de exposición). Todo ello diseñado y fabricado digitalmente, que garantiza automáticamente su armonía, complejidad y diversidad. Este proyecto cumple así con el nuevo lema de nuestros tiempos: “del ADN al planeta”.

Referencias bibliográficas

- Endell, A. (1896). *Um die Schönheit, eine Paraphrase über die Münchener Kunstausstellungen 1896*. Munich: Emil Franke.
- Estévez, A.T. (1996-1997). De Gaudí a Calatrava: sobre el bando perdedor (entre dos fines de siglo). *D'Art*, nº 22, 281-295. Barcelona: Departamento de Historia del Arte, Universitat de Barcelona.
- Estévez, A.T. (2005). Arquitectura Biomórfica. En AA.VV., *Genetic Architectures II: digital tools and organic forms / Arquitecturas genéticas II: medios digitales y formas orgánicas*, 18-80. Santa Fe (EE. UU.) / Barcelona: SITES Books / ESARQ (UIC).
- Estévez, A.T. (2009). *Al margen: Escritos de Arquitectura*. Madrid: Abada Editores.
- Estévez, A.T. (2015). *Biodigital Architecture & Genetics: escritos / writings*. Barcelona: ESARQ-UIC Barcelona.
- Estévez, A.T. (2020). Sustainable Living? Biodigital Future! En Jacqueline A. Stagner, David S-K. Ting (eds.), *Sustaining Resources for Tomorrow, Green Energy and Technology*, 137-162. Cham (Suiza): Springer Nature Switzerland AG.

Estévez, A.T. (2021). *Biodigital Architecture & Genetics: escritos II / writings 2*. Barcelona: iBAG-UIC Barcelona.

Abstract: This paper comments on the concept of digital organicism in architecture and design, as a consequence of the organicism initiated in the times of Art Nouveau, and also developed, albeit minimally, throughout the twentieth century. This was implemented at the end of the 20th century and the beginning of the 21st century, with the new digital media, which began to appear at that time, and the adjective digital could be added to it. It is thus a fusion between the bio-learned principles of nature and today's technological capabilities: inspired by the organic forms and systems of living beings, the use of advanced digital tools, such as artificial intelligence, generative algorithms and 3D printing, is shown to apply, replicate and even enhance these natural principles in the creation of built environments. Digital organicism not only bio-learns from natural forms, but also adopts the functional logic and efficiency that underlie biological systems. It argues that architecture and design can evolve towards more sustainable, adaptive and efficient solutions, integrating processes and characteristics of biology, while integrating more harmoniously into their surroundings, more environmentally responsible, more resource-efficient.

Keywords: Digital organicism - Biodigital architecture - Biolearning - Genetic architectures - Parametric design

Resumo: Este artigo comenta o conceito de organicismo digital na arquitetura e no design, como consequência do organicismo iniciado na época da Art Nouveau e também desenvolvido, ainda que minimamente, ao longo do século XX. Isso foi implementado no final do século XX e no início do século XXI, com as novas mídias digitais que começaram a surgir naquela época, às quais se pode acrescentar o adjetivo “digital”. Trata-se, portanto, de uma fusão entre os princípios bioaprendidos da natureza e os recursos tecnológicos atuais: inspirado nas formas e nos sistemas orgânicos dos seres vivos, o uso de ferramentas digitais avançadas, como inteligência artificial, algoritmos generativos e impressão 3D, mostra-se capaz de aplicar, replicar e até mesmo aprimorar esses princípios naturais na criação de ambientes construídos. O organicismo digital não apenas aprende com as formas naturais, mas também adota a lógica funcional e a eficiência subjacentes aos sistemas biológicos. Ele argumenta que a arquitetura e o design podem evoluir em direção a soluções mais sustentáveis, adaptáveis e eficientes, integrando processos e características da biologia e, ao mesmo tempo, integrando-se de forma mais harmoniosa ao ambiente, sendo mais ambientalmente responsáveis e mais eficientes em termos de recursos.

Palavras-chave: Organicismo digital - Arquitetura biodigital - Bioaprendizagem - Arquiteturas genéticas - Projeto paramétrico
