

tualmente. Aunque en la Naturaleza cuando se habla de la pervivencia del “más fuerte” en realidad también se refiere al más eficiente, que es algo más conceptual que físico. Si bien la arquitectura se hace para el ser humano, que requiere respuestas no sólo para sus necesidades físicas y fisiológicas, sino también metafísicas y psicológicas. Todo ello construye entonces una auténtica metodología de diseño arquitectónico, que no se centra en diseñar un único edificio, sino toda una especie edificatoria, un sistema, que genera especímenes con un ADN propio. “Especies de edificios”, o “razas de edificios” podría decirse, pues sus “ADN digitales” pueden mezclarse entre sí para producir fértilmente un nuevo “ser edificatorio”, que es lo que biológicamente diferencia especies (gato, perro, etc.) y razas (golden retriever, pastor alemán, etc.).

(Cuando en un escrito este autor se refirió inocentemente a “razas de edificios”, saltó en un libro una paranoica de la eugenesia, viendo algo sospechoso en tal expresión. Supongo que ignora que, hablando con propiedad, no existen “las” razas humanas, en plural, pues biológicamente sólo hay una raza humana, a la que todas las etnias humanas pertenecen por igual. Podría ser que quién oyendo la palabra “razas” aún piense en humanos sea él mismo un racista, o por lo menos un ignorante. Así que nadie vea nada raro, pues podrán ser proyecciones de sus propias obsesiones y fobias, al cumplirse lo de que “no vemos la realidad como es, sino como somos”).

En definitiva, para aprender de la Naturaleza hay que estar siempre preguntándose sobre cómo son y cómo viven los seres de la Naturaleza, que es biodiversa. Rica en especies, subespecies y razas. Muestra de que es capaz de resolver las mismas funciones de mil maneras bien diferentes. Sí, los seres vivos son sostenibles, no destruyen su propio medio vital. Viven integrados, engarzados con exacta precisión, como conjunto perfecto en el medio climático en el que están, en un ciclo capaz de mantener los recursos necesarios durante siglos. Y todos sin excepción participan colectivamente en la vida hasta su muerte natural. Son autosuficientes, sin necesitar recursos del otro lado del planeta. Son colaboradores, unos con otros, viven en simbiosis. Se necesitan mutuamente para su supervivencia, y por tanto sobreviven merced a su mutua cooperación, aunque ni sean conscientes de ella. Pero no toman más de lo necesario, viven con lo mínimo. Y sólo toman lo que tienen alrededor. Y si no lo tienen cerca van y migran adonde estén los recursos que necesitan, pero nadie les trae los recursos hasta donde están ellos, ni nadie les impide migrar.

Bien, pues todo eso son lecciones de sostenibilidad a aplicar también a la arquitectura y al diseño, pero también a nuestra vida, a nuestras costumbres, a nuestro entendimiento social, con conocimiento, con racionalidad, con profundidad. Y aquí es donde debe entrar en juego la inteligencia de los políticos honestos que dictan las leyes, que muestren las cuestiones que debemos atender en nuestra personal educación y responsabilidad.

## 7. Naturaleza, y autosuficiencia

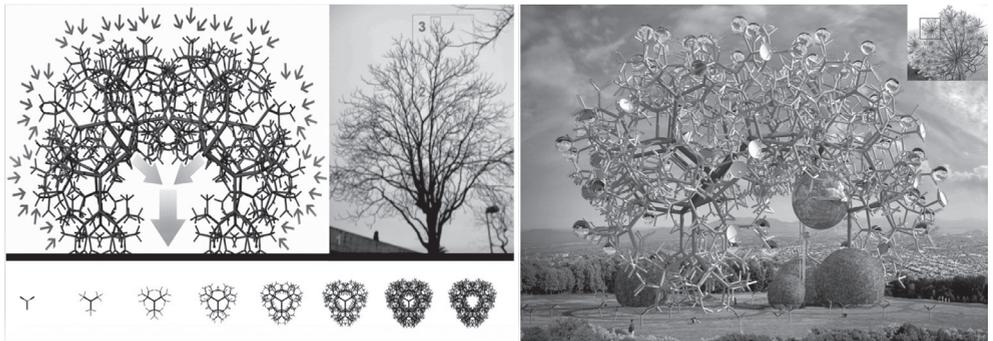
Efectivamente, en pro de la sostenibilidad planetaria, y según enseña la Naturaleza en cada ser vivo, en cada área, en cada territorio, igualmente, todo edificio, toda ciudad, todo país debe tender a la autosuficiencia (Estévez, 2020 C). Y por tanto debe diseñarse todo con-

tando con esa tendencia. Y más allá incluso (“máquinas para activar la sostenibilidad”), a ser posible hasta produciendo exceso de recursos beneficiosos que generosamente fluyan con libertad. Como la Naturaleza, que gratuitamente se vuelca sin reparar en gastos para los procesos que tienen que ver específicamente con la reproducción, que un humano asociaría al amor, metáfora perfecta a interpretar en ese eterno espejo inspirador que es la Naturaleza. Pues se da el caso de que la Naturaleza es tremendamente eficiente y precisa en el gasto de recursos para todo lo que configura a los seres vivos, el sistema esquelético, el sistema respiratorio, el sistema digestivo, etc. Pero no así en lo concerniente a la reproducción, donde se regocija a manos llenas esparciendo por todo el mundo millones y millones de granos de polen, semillas, huevos, etc. Viendo la complejidad que la vida ha llegado a lograr, no hubiera sido tan difícil que también para la reproducción el gasto de recursos hubiera sido igualmente parco y reducido. Y sin embargo, a modo de nueva lección, no es así.

Como ejemplo de autosuficiencia y de participar en producir abundancia de recursos, se podría citar el proyecto para una torre de telecomunicaciones en Santiago de Chile (*Ver Figura 8*).

En este proyecto, mediante un desarrollo de diseño digital, emerge toda la estructura fractalmente, que captura los valores de complejidad, unidad, armonía, organicidad y continuidad: los valores de belleza que todo ser vivo tiene en la Naturaleza. La estructura soportará todo lo necesario para su función como antena de telecomunicaciones y mirador con vistas a la ciudad. Y en paralelo está ofreciendo la posibilidad de autoabastecimiento energético, mediante la incorporación de colectores solares esféricos (Beta Torics) en su último nivel fractal. También están previstas antenas parabólicas y lineales. Así como luminarias esféricas que de noche crean (en la cima de la montaña donde se ubica este edificio) la imagen de “la corona de la ciudad”, siguiendo la idea de la “*Stadtkrone*” de Bruno Taut (Taut, 1919). Ese mismo efecto se da durante el día con el brillo de las mencionadas esferas. Una corona, en lugar de una de esas simplonas torres de telecomunicaciones que pueblan las montañas y los horizontes de las ciudades.

Por otro lado, toda esa estructura de tubos huecos, con ventiladores eléctricamente autoabastecidos en su interior, aspirará el aire contaminado del entorno, de forma que el aire filtrado saldrá purificado hacia el centro, donde se ubica la zona de esparcimiento de las personas que suben a la cima del monte. De hecho, gracias a ser una “máquina descontaminante”, todo el proyecto se presenta simbólicamente como “sanación del medio ambiente”. Por eso, también se hace rodear de una pradera de dientes de león, conocida planta medicinal, partícipe poético a pequeña escala de la fractalidad del edificio. Y es que la fractalidad en las estructuras de la Naturaleza son de nuevo otra lección más (Estévez, 2020 C), y las actuales tecnologías digitales facilitan hacerlas así. Pues, no son macizas las estructuras de la Naturaleza, y el ser humano ha de ser capaz también de aprenderlo, por un ajuste en el gasto de material y energía en la arquitectura y en el diseño (*Ver Figura 9*).



8



9

**Figura 8.** Alberto T. Estévez - Genetic Architectures Office, Edificio de Telecomunicaciones, Santiago de Chile, 2013-14. Proyecto de arquitectura biodigital autosuficiente, que incluye bio-aprendizaje, aprender de la naturaleza, “descubriendo las leyes secretas del universo”, según decía Gaudí. Desarrollado digital y fractalmente, que a la vez es una “máquina purificadora de aire” (izquierda). Siguiendo la fractalidad de la Naturaleza, de dientes de león, árboles y otras flores. Aunque su singularidad sea sólo un hecho simbólico, debido a la aguda contaminación que sufre Santiago de Chile, donde se ubica el proyecto, proponiendo una pradera de dientes de león alrededor, que es a su vez planta medicinal. Por la noche, luminarias esféricas rodean la superficie del edificio en su último nivel fractal. De día, colectores solares esféricos del mismo tamaño y colocados al mismo nivel también ofrecerán su brillo como “corona” del paisaje (derecha). **Figura 9.** De izquierda a derecha, pilar macizo del siglo 20 (Le Corbusier, Villa Savoye, Poissy, 1928-31), “pilar” no macizo del siglo 21 (fotomontaje con tallo vegetal), y vistas del interior de tallos de cala o lirio de agua: un tallo ligero y eficiente, de casi dos metros de alto, con una exquisita estructura interna de voronoi, suficiente para sostenerse con un mínimo de recursos. (Fotos: Alberto T. Estévez).

Otro indicador de la autosuficiencia de la Naturaleza es que sus seres tienen cierta capacidad de auto-regeneración autónoma, de auto-curación. A este respecto no han faltado tampoco investigaciones en torno también a la “auto-regeneración” de los edificios. Como cierta “auto-curación” de posibles grietas que puedan surgir en los diversos materiales constructivos mediante la aplicación por ejemplo de tejidos vivos que crecerían autónomamente en las zonas afectadas por alguna patología, o a reforzar (véase por ejemplo El Gazzar *et al.*, 2021).

En conclusión, todos los edificios deben diseñarse hoy como autosuficientes. Ya no hay ninguna excusa técnica contra esto. Todo el mundo debe partir de un fino diseño de sostenibilidad. El aprendizaje de la Naturaleza (bio-aprendizaje), en simbiosis biológica con ella, y el uso de herramientas digitales, para una adecuada adaptación a nuestro tiempo, desde la conceptualización de su diseño y arquitectura: arquitectura biodigital.

## 8. Naturaleza, y vida

El planeta entero está recubierto con una piel de vida, tanto en la tierra como en el agua, recubierto de verde, plantas, algas, plancton, a poco que el clima lo permita. Y con gran resiliencia, pues si muere alguna zona por algo pronto se recupera de nuevo. Ver si no cómo la Naturaleza biológica se ha adueñado de todo lo que eran superficies humanas artificiales inertes, tejados, paredes, muebles, coches, objetos, en Chernóbil por ejemplo. Tras el accidente nuclear del año 1986, pensando que la zona quedaría sin vida durante milenios, en apenas 30 años la biodiversidad es incluso mayor que la de antes, simplemente por la ausencia humana.

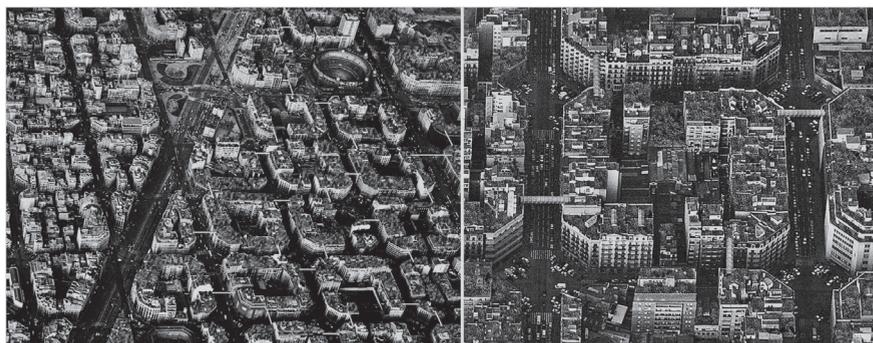
Algo aprendido de manera global también por el confinamiento debido al Covid19. Simplemente por un par de meses de mantener a los humanos encerrados en sus casas, todo tipo de animales han salido a pasear por las calles, jabalíes, antílopes y monos. El agua de los ríos se ha vuelto más limpia. O al no cortar nadie la hierba en ese periodo las formas de vida más pequeñas han proliferado mejor. Sobre todo las plantas, que han llenado en altura y en anchura toda grieta. Apareciendo hojas y flores en lugares que nunca antes se habían visto ahí. Eso inspiró la acción urbana “*Let life grow!*” (Ver Figura 10), colocando carteles con ese lema junto a los resquicios en que empezaron a crecer plantas, o instalando señales de prohibición de cortar el césped. Hasta algo tan terrible como la diseminación de ese virus –Naturaleza al fin y al cabo– ha traído nuevos aprendizajes, de entendimiento más generalizado del planeta como un sistema absolutamente global e interconectado, de solidaridad, de responsabilidad, de generosidad. Aunque algunos piensen en conspiraciones o algo así, casi sería más en todo caso una conspiración de la propia Naturaleza contra el ser humano y sus abusos, si se la imaginara con conciencia propia.



**Figura 10.** Arriba, maravillosas plantas y flores que, gracias al Covid19, han aparecido por primera vez en estos lugares, fotografiadas allí justo después del confinamiento oficialmente decretado. (Fotos: Alberto T. Estévez, Barcelona, 2020). Abajo, Alberto T. Estévez, acción urbana “Let life grow!” (“¡Dejad que crezca la vida!”), Barcelona, 2020.

*¿A qué esperamos los humanos para seguir también esa lección de la Naturaleza, que en cuanto se la deja prolifera por doquier? Recubramos de verde, de vida, todo lo que hagamos. Sin dejar ni un centímetro cuadrado muerto, seco, al sol. Y el beneficio de sostenibilidad será inmediato. Pues cada ser vivo, por pequeño que sea, arrastra consigo condiciones beneficiosas para el medio ambiente. Todos ellos están integrados en él, lo amplían y enriquecen con su mera presencia. Un ejemplo bien sencillo de ello es algo tan simple como diseñar todas las cubiertas de nuestros hábitats ajardinadas (Ver Figura 11). El beneficio de aislamiento térmico, tanto en invierno como en verano es inmediato, con el consecuente ahorro energético, y la disminución de los efectos de islas de calor urbanas (Estévez, 1998). Así como un inmediato crecimiento de la biodiversidad, una mejor absorción del CO<sub>2</sub>, del polvo de las calles y de su ruido, al no ser ya sus cubiertas superficies duras y lisas. Ciudades “blandas y peludas”, protegidas por un manto verde de vida, que le da sombra permanente evitando recalentamientos por la directa incidencia del sol. Debiéndose asociar por supuesto para ello un mejor aprovechamiento de las aguas grises y negras que a toneladas lanzan las ciudades cañería abajo, en vez de velar por su autosuficiencia. “Este árbol es mi maestro”, que utiliza de la manera más eficiente sólo el agua que tiene a su disposición, en el lugar donde está, sin desperdiciar ni una gota, sin necesitar para su supervivencia obras de enormes infraestructuras que le traigan el agua desde kilómetros de distancia, para*

—igual que le llega— desecharla de manera tan inmediata como sólo los humanos hacen. El árbol, que también nos enseña sistemas de bombeo naturales, sin motores ni electricidad, capaz de subir agua hasta a más de 100 metros de altura en el caso de las secuoyas. Existiendo hace millones de años, el ser humano aún no ha sido capaz de aplicar tales sabios sistemas. Y hoy en día, con la posibilidad de la tecnología de diseño y fabricación digital ya podrían diseñarse cañerías que hayan aprendido la lección.



**Figura 11.** Alberto T. Estévez, Green Barcelona Project, Barcelona, 1995-98: verde cubriéndolo todo, a modo de un enorme parque interconectado sobre las cubiertas de todos los edificios de la ciudad. Proyecto presentado para su realización a los tres sucesivos distintos alcaldes del momento.

## 9. Naturaleza, y arquitectura solar pasiva

El sol, fuente de energía y fuente de vida primigenia. Gracias a su calor y luz, recibidos en la exacta posición orbital de la Tierra, nuestra estrella activa el ciclo del agua y permite la fotosíntesis. Y la Naturaleza enseña que vive enteramente de ello. Incluso otras fuentes de energía que el ser humano también utiliza vienen indirectamente de la solar: el viento, las olas y mareas, la lluvia y por tanto el agua de la energía hidráulica, pero también la procedente de los seres vivos como el carbón, el petróleo, la biomasa...

Ahora bien, sol (fuego), aire, agua y tierra, “los 4 elementos” son los que producen vida. Ni el quemar materiales ni la radioactividad producen vida. Al revés, la destruyen. Entonces, de nuevo enseñados por la Naturaleza, se muestran las maneras correctas y las erróneas de obtener energía vital para un mundo sostenible. Raíces alimentadas de agua y tierra, y hojas de sol y aire. *¿Pero con que motores funcionan los seres vivos?* Desde luego que no con engranajes y émbolos metálicos, ni con chips. Sólo “funcionan” con materiales sostenibles, renovables, reciclables, y con sistemas eficacísimos que el ser humano aún no ha sido

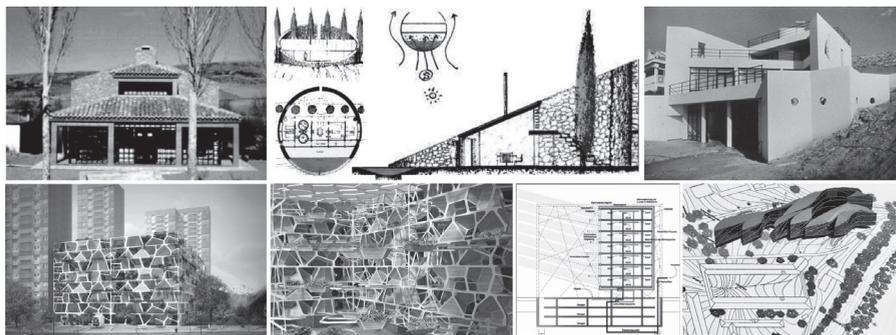
capaz de emular ni de lejos, ni el del más pequeño insecto, porque no atiende bien a las lecciones que la Naturaleza le da a diario, incluso en cada rincón de su propia casa. Y como mucho trata de imitar, pero no de aprender y aplicar.

Así, aprendido de la Naturaleza, es más directo el aprovechar el propio calor y la luz del sol como fuentes de energía sostenibles que no cualquier otra. Y la Naturaleza no se equivoca, tras millones de años de experiencia, siendo esa energía no sólo la más sostenible sino también la más eficaz. Otra cosa es que la limitación humana no lo entienda, no lo vea, o no lo quiera ver. Pero la más minúscula hoja de la más simple planta muestra lo maravilloso de la solución que la Naturaleza da para la sostenibilidad. Perfecto captador solar, que se extiende y abre para aprender de ella.

Y aunque hoy en día se esté aún en la prehistoria de la aplicación de la energía solar en arquitectura y diseño, por lo menos ya se tienen unas primeras piedras puestas en su línea: la energía térmica aprovechada del calor solar y la energía fotovoltaica aprovechada de la luz solar. Claro que esta última aún es cara, compleja en su fabricación y por tanto no democrática, no accesible para todos, y en base a sistemas y materiales no totalmente renovables o reciclables de manera sencilla. Así que seguro que no será la de un futuro realmente sostenible. En cambio, ya van apareciendo experimentos de creación de electricidad mediante seres vivos, a través por tanto de sus sistemas totalmente naturales (véase, entre otras más posibles referencias, por ejemplo Abdallah, *et al.*, 2019). Pues todavía está por descubrir la solución definitiva. Que seguro que se encuentra accediendo a través de una puerta aún secreta (“descubrir las leyes secretas del universo” según decía Gaudí), que muy probablemente esté delante de nuestras narices, y que por obvia ni la vemos. Pero quizá sí se pueda intuir, ahí, en los genes del ADN responsables de los procesos de la fotosíntesis.

Mientras, no hay razón alguna que impida el diseñar edificios con criterios de energía solar pasiva, optimizando el diseño de la arquitectura para disminuir las necesidades de calefacción y refrigeración. Si esto se hiciera en todo el mundo el beneficio en sostenibilidad sería enorme. “Pasiva”, que significa no dejarlo en manos de sistemas activos, que son los que requieren motores, y por tanto mecanismos de nuevo no renovables y poco sostenibles, inexistentes en la Naturaleza. Criterios de energía solar pasiva, o por lo menos criterios de construcciones populares y vernáculos. Estas, como los animales y las plantas, viven adecuadas a su lugar y a su clima, que es lo que les ha permitido sobrevivir ahí durante siglos. Y para ello, de una u otra manera, han experimentado también una similar y necesaria evolución “natural”. Y es su milenaria pervivencia lo que justamente garantiza su idónea adecuación al lugar y al clima con el menor gasto de recursos, y por tanto descubriendo en ellas mismas las características óptimas de sostenibilidad. Sólo que ahora, determinados avances técnicos y en accesibilidad a nuevos materiales puede incorporar mayores beneficios. Y por tanto deberían necesariamente arrancar ahora nuevos tipos de construcciones vernáculos, con la concluyente ventaja de tener respaldo científico cierto. Véase la *Figura 12* como ejemplo del amplio registro que pueden adoptar los criterios de energía solar pasiva. En ella se muestra una secuencia en el tiempo de distintos proyectos del autor que firma estas líneas, de arquitectura solar pasiva, a lo largo de los distintos periodos en que se ha desarrollado una evolución en el entendimiento de la arquitectura de vanguardia: desde el llamado postmodernismo a principios de los años 80, hasta el actual

organicismo digital del siglo 21, pasando por el minimalismo de la segunda mitad de la década de los 80, y cierto neoexpresionismo de principios de los 90. Pues la vanguardia de finales de los 90 ya pasó a iniciarse en vías de lo que luego se consolidaría a principios del siglo 21, la arquitectura biodigital, según se empezó a definir como “Arquitecturas Genéticas: el nuevo proyectar cibernético-digital y el nuevo proyectar ecológico-medioambiental” (Estévez, 2000 y 2002 C).



**Figure 12.** Secuencia en el tiempo de distintos proyectos de arquitectura solar pasiva, desarrollados respectivamente dentro de la evolución en el entendimiento de la arquitectura de vanguardia, desde los años 80 a la actualidad: postmodernismo, minimalismo, neoexpresionismo y organicismo digital (arquitectura biodigital). Alberto T. Estévez, (arriba, de izquierda a derecha) Casa G., Sigüenza, 1983-85 / Casa P., Cervià de les Garrigues, 1989 / Casa G., Almerimar, 1993-95 / (debajo de izquierda a derecha) Edificio de viviendas biodigitales de arquitectura solar pasivas, Innsbruck, 2014-15 y 2016-17.

## 10. Conclusión: ¿planeta azul? ¡planeta verde!

¡Planeta verde! Porque “el verde no es un color” (Estévez, 2017), es una actitud, es una voluntad, es una necesidad. Hace falta “Vivir Verde”, en “Arquitectura Verde”, en “Ciudades Verdes”, en un “Planeta Verde”, para una sostenibilidad planetaria. Y la genética y la bio-fabricación se convierten en la piedra angular de un “Futuro Verde” (Estévez, 2021). Precisamente porque están en el punto de cruce entre la Naturaleza y la computación. Porque es la ciencia y la tecnología que puede trabajar en ambos desde “dentro”, desde el ADN y los bits. Todo esto justifica la “Economía Verde” que la humanidad necesita. Porque esta es nuestra realidad: la Madre Tierra clama por el daño hecho con el uso y abuso irresponsable de sus bienes. Hemos llegado a vernos a nosotros mismos como sus amos y señores, con derecho a saquearla a voluntad. La violencia presente en nuestros corazones se refleja

también en los síntomas de enfermedad evidentes en la tierra, en el agua, en el aire, y en todas las formas de vida. Nos hemos olvidado que nuestros propios cuerpos están hechos de sus elementos, que nosotros mismos somos polvo de la tierra, y bebemos su agua, y respiramos su aire, y recibimos vida. Sin embargo, todos generamos pequeños o grandes daños ecológicos, por lo que estamos llamados a reconocer nuestra contribución, menor o mayor, a la destrucción de nuestro planeta. Por degradar su integridad, despojándole de sus bosques naturales, destruyendo sus humedales y su diversidad biológica, contaminando su tierra, su agua, su aire y su vida. Todo ello son crímenes contra la Naturaleza, contra la humanidad y contra su futuro.

Esta es nuestra realidad, lo mismo en Europa, en América, en Asia, en África, en Australia... Los bosques de nuestro planeta pierden cada año un equivalente mayor al de la superficie de todo Portugal, para siempre. Esta es nuestra realidad, con tantas contradicciones: por ejemplo, leemos en los periódicos cómo 78.000 personas se han apuntado en sólo dos semanas a un viaje sin retorno a Marte. La misión prevé instalar (por unos 400.000 millones de dólares: como el doble del PIB anual de países como Ucrania) una colonia permanente en el desértico Marte, en una supervivencia tan peligrosa como caprichosa (sin oxígeno, temperaturas inferiores a 100 grados bajo cero, tormentas de arena que privan del sol por meses), cuando es nuestro planeta el que necesita “colonias permanentes” en sus desiertos, para devolverles la vida, y por un precio mucho menor y menos peligroso que en Marte. Pero, claro, es más “cool” irse a Marte que al Sahara. Contradicciones, si nos preguntáramos también si preferiríamos vivir en un paisaje natural de bosque o en un paisaje portuario de containers. Sin embargo nuestras ciudades se parecen más a un paisaje portuario de cajas que a un paisaje natural de árboles. Sólo que los bosques son sostenibles y los containers no.

Parecería obvio lo dicho hasta aquí. Y entonces *¿cómo es que tan pocos son los que están en línea con principios tan básicos?* Pues, todos deberían participar por igual en mantener este mundo sostenible, cada uno desde su propia parcela. Y no sólo como consumidores pasivos, sino sobre todo como trabajadores activos. El contratista y el contratado; el intelectual y el trabajador manual; el que sería el caso que compete ahora a estas líneas, pues se centra en el quehacer de su autor, la arquitectura y el diseño. Pero que sin un trabajo en justa equidad social de todos ellos, por muy sostenible que se proyecte el diseño y se construya la arquitectura, será del todo inútil para una sostenibilidad planetaria. artista y el artesano; el científico y el técnico; el profesor y el alumno; y el arquitecto y el diseñador,

Ya cansa escuchar las discusiones sobre si hay cambio climático o no... ¡Hay negacionistas hasta de la pandemia del Covid19! Pues entonces piénsese en que hablar del cambio climático no importa tanto. Háblese de lo incuestionable para todos y todas, y remedemos eso, sin discusiones de si aumenta o no la temperatura media del planeta. Háblese de la extinción en masa de especies, cuyo ADN se perderá para siempre: una sola de esas cadenas moleculares de vida, de donde emergen seres (vivos), cada uno de una perfección inalcanzable para la mano humana, vale más que todos los diamantes (inertes) del mundo. Un simple saltamontes en realidad tiene un valor infinitamente superior a la pepita de oro más grande. Pero intercambiamos piedras. Quizá llegue el día en que nos demos cuenta de ello, e intercambiamos de nuevo seres vivos en vez de pedazos de metal: un huevo por una col, un pez por un melón, una vaca por un manzano.

Hablemos de la galopante contaminación mundial. Hablemos de las conglomeraciones urbanas en condiciones de indignidad. Hablemos de las dificultades de acceso al agua potable de millones de personas. ¡No!, no hablemos más: *¿cuántos árboles has plantado hoy?* A esta hora yo ya he plantado otro.

## Referencias

- Abdallah, Y. K., Estévez, A. T., Tantawy, D. E. D. M., Ibraheem A. M. y Khalil N. M. (2019, Diciembre 28). Employing Laccase-Producing *Aspergillus sydowii* NYKA 510 as a Cathodic Biocatalyst in Self-Sufficient Lighting Microbial Fuel Cell, *The Journal of Microbiology and Biotechnology (JMB)*, 29 (12), Seúl, Corea del Sur, pp. 1861-1872.
- Cirlot, J.-E. (2001 (1966)). *Gaudí: una introducción a su arquitectura*, Barcelona, España, Triangle postals.
- Bergós, J. (1974). *Gaudí, el hombre y la obra*, Barcelona, España, Universidad Politécnica de Barcelona.
- Bonet, J. (2001). El último Gaudí, Barcelona, España, Pòrtic.
- Dollens, D. (2017). *Metabolic Architectures: Turing, Sullivan, Autopoiesis & AI*, Barcelona, España, ESARQ (UIC).
- El Gazzar, N. T., Estévez, A. T. y Abdallah, Y. K. (2021). Bacterial Cellulose as a Base Material in Biodigital Architectural (Between Bio-Material Development and Structural Customization). *Journal of Green Building*, 16 (2), pp. 173-199.
- Estévez, A. T. (1996). De Gaudí a Calatrava: sobre el bando perdedor (entre dos fines de siglo). *D'Art*, 22, pp. 281-295.
- Estévez, A. T. (1998). Frente a la desertización, Barcelona Verde, Planeta Azul. *Barcelona Metápolis* (204-207). Barcelona, España: Actar.
- Estévez, A. T. (2000, Octubre 11). Arquitectura europea reciente: Arquitecturas genéticas, el nuevo proyectar cibernético-digital y el nuevo proyectar ecológico-medioambiental. *II Encuentro Internacional de Arquitectura Contemporánea* (conferencia inédita). Barranquilla, Colombia: Facultad de Arquitectura, Universidad Autónoma del Caribe.
- Estévez, A. T. (2002 A). *Gaudí*, Madrid, España, Susaeta.
- Estévez, A. T. (2002 B). Antoni Gaudí: Arquitectura cromática. *Gaudí a París l'any 1910* (7-10). Santa Fe, Estados Unidos / Barcelona, España: Sites Books / ESARQ (UIC).
- Estévez, A. T. (2002 C). Arquitecturas genéticas: el nuevo proyectar cibernético-digital y el nuevo proyectar ecológico-medioambiental. *Memorias, vol. II, Conferencia Iberoamericana en Sistemas, Cibernética e Informática* (406-409). Orlando, Estados Unidos: CISCI.
- Estévez, A. T. (2003). Genetic Architectures / Arquitecturas Genéticas. *Genetic Architectures / Arquitecturas Genéticas* (4-17). Santa Fe, Estados Unidos / Barcelona, España: Sites Books / ESARQ (UIC).
- Estévez, A. T. (2010). *Gaudí (Enciclopedia del Arte)*, Madrid, España, Tikal.
- Estévez, A. T. (2014). Learning from Nature: Architecture and Design in the first Biodigital Age. *2nd International Conference of Biodigital Architecture & Genetics* (8-23). Barcelona, España: ESARQ (UIC).

- Estévez, A. T. (2015). *Biodigital Architecture & Genetics: writings / escritos*, Barcelona, España, ESARQ (UIC).
- Estévez, A. T. *et al.* (2017). Biomanufacturing the future: Biodigital Architecture & Genetics. *Procedia Manufacturing*, 12, pp. 7-16.
- Estévez, A. T. (2020 A). La Naturaleza es la solución. *Cuaderno del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, 105, Universidad de Palermo - Carnegie Mellon University, pp. 165-193.
- Estévez, A. T. y URBANO, J. (2020 B). Back to the Basics: Return to the Origin, Gaudí and Nature. *Green Energy and Infrastructure: Securing a Sustainable Future* (273-286). Boca Raton, Estados Unidos: CRC Press / Taylor & Francis Group.
- Estévez, A. T. (2020 C). Sustainable Living? Biodigital Future! *Sustaining Resources for Tomorrow* (137-162). Berlín, Alemania: Springer International Publishing / Springer Nature.
- Estévez, A. T. (2021). *Biodigital Architecture & Genetics: writings 2 / escritos II*, Barcelona, España, iBAG (UIC).
- Estévez, A. T. y Abdallah, Y. K. (2022). *AI to Matter-reality: Art, Architecture & Design*, Barcelona, España, iBAG (UIC).
- Fernández, G. (2020). Complexity Theories as a Foundation for Present and Future for Biodigital Architecture. *4th International Conference of Biodigital Architecture & Genetics* (72-79). Barcelona, España: iBAG (UIC).
- Matamala, J. (1999). *Antoni Gaudí. Mi itinerario con el arquitecto*, Barcelona, España, Claret.
- Puig-Boada, I. (2004 (1981)). *El pensament de Gaudí*, Barcelona, España, Dux.
- Taut, B. (1919). *Die Stadtkrone*, Jena, Alemania, Eugen Diederichs.

---

**Abstract:** There is an urgent need to achieve planetary sustainability, each in his or her own field. Only the sum of all can solve such an immense problem. As architects and designers it will be our responsibility to solve sustainability in architecture and design, but how? Let us look around us, at Nature, brimming with lessons of sustainability and efficiency. Not only of inspiration, but of learning, of bio-learning. Never before has the whole of humanity been confronted with something of this magnitude. It is as if it is being given one last test: “Are you smart enough to solve this problem? If not, you no longer deserve to live in this world”, which is a gift with the potential to be a paradise.

**Keywords:** Biolearning - Architecture and Design - Sustainability - Biodigital - Digital Organicism - Gaudí - Architecture and Nature

**Resumo:** Há uma necessidade urgente de alcançar a sustentabilidade planetária, cada um em seu próprio campo. Somente a soma de todos pode resolver um problema tão imenso. Como arquitetos e projetistas, será nossa responsabilidade resolver a sustentabilidade na arquitetura e no design, mas como? Olhemos à nossa volta, para a Natureza, repleta de lições de sustentabilidade e eficiência. Não apenas de inspiração, mas de aprendizado, de bio-aprendizagem. Nunca antes toda a humanidade foi confrontada com algo desta

magnitude. É como se lhe fosse feito um último teste: “Você é inteligente o suficiente para resolver este problema? Se não, você não merece mais viver neste mundo”, o que é um dom com potencial para ser um paraíso.

**Palavras-chave:** Bioaprendizagem - Arquitetura e Design - Sustentabilidade - Biodigitalismo - Organicismo Digital - Gaudí - Arquitetura e Natureza

---