



Revista en Ciencias de los
Ámbitos Antrópicos

ARTIFICIO

AÑO 2019

no. **1**

ARTIFICIO

Revista anual sobre la ciencias y técnicas involucradas en el estudio de los Ámbitos Antrópicos, Año 1, Número 1 (2019), es una publicación editada por la Universidad Autónoma de Aguascalientes a través del Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción, Av. Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20131, correo-e: ralopez@edu.uaa.mx. Editor responsable: Dr. Ricardo López-León. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 1, e-ISSN: en trámite. Las opiniones expresadas por los/as autores/as no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Todas las ediciones en
<https://revistas.uaa.mx/>

Índice

Diseñar para la sustentabilidad en el Siglo XXI. Realidad e implicaciones. Designing for sustainability in the 21st Century. <i>Ana Gabriela Encino Muñoz</i> <i>University of Leeds</i>	3
Diseño bioclimático en la arquitectura de hoy. Bioclimatic Design in today's architecture. <i>Inés del Rocío Gaytán Ortiz</i> <i>Universidad Autónoma de Zacatecas</i>	13
La Biomímesis: más que una herramienta de inspiración para el Diseño. Biomimesis: more than an inspirational tool for design. <i>David Sánchez Ruano</i> <i>Tecnológico de Monterrey</i>	23
Transdisciplinariedad de ing. Civil y agroindustrial: temas de convergencia. Transdisciplinary Civil Engineering and AgroIndustry: converging topics. <i>Lorena Vargas Rodríguez</i> <i>Sergio Jacinto Alejo López</i> <i>Rosalba Fuentes Ramírez</i> <i>Universidad de Guanajuato</i>	37

Presentación

Por **Dr. Ricardo López-León**

Artificio es una revista arbitrada, que se publica anualmente, editada por la Universidad Autónoma de Aguascalientes a través del Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción. La revista publica artículos de interés en el área de la ingeniería civil, urbanismo, arquitectura y diseño, con el objetivo de difundir los avances e innovaciones en estas áreas del conocimiento. El contenido de la revista está dirigida a investigadores y estudiantes de posgrado de dichas disciplinas.

Artificio, busca construir desde un enfoque multidisciplinar el conocimiento sobre la ciencias y técnicas involucradas en el estudio de los Ámbitos Antrópicos, entendido como las relaciones que el hombre establece con su entorno. Es decir, observar cómo el hombre experimenta su entorno; cómo lo transforma y con qué herramientas, modelos y materiales, así como su impacto sobre el mismo, junto con el desarrollo de herramientas y métodos para medirlo.

Directorio

Editor

Dr. Ricardo López-León
*Universidad Autónoma de
Aguascalientes*

Consejo editorial

Dr. Jesús Pacheco Martínez
*Universidad Autónoma de
Aguascalientes*

Till Sonneman
*Otto-Friedrich-University
of Bamberg*

Gonzalo Enrique Espinoza Dávalos
*Environmental Systems Research
Institute (ESRI)*

Dr. Oscar Luis Narváez Montoya
*Universidad Autónoma de
Aguascalientes*

Katherine Mollenhauer
*Pontifica Universidad Católica
de Chile*

Dr. Alberto Rossa Sierra
Universidad Panamericana

Dr. Diego Sánchez
Universidad Autónoma de Madrid

Dr. Jan Bazant Sánchez
*Universidad Autónoma
Metropolitana – Unidad Xochimilco*

Diseño y formación editorial
Gabriel Angel López Macías



Artificio

Revista en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos

e-ISSN
en trámite
Homepage
<https://revistas.uaa.mx/>

Diseñar para la sustentabilidad en el Siglo XXI. Realidad e implicaciones. Designing for sustainability in the 21st Century.

Ana Gabriela Encino Muñoz

University of Leeds

To cite this article:

Encino, A. (2019). Diseñar para la sustentabilidad en el Siglo XXI. Realidades e implicaciones, *Artificio*, 4-13.

Diseñar para la sustentabilidad en el Siglo XXI.

Realidad e implicaciones.

Ana Gabriela Encino Muñoz

Resumen

El presente artículo aborda la relación entre el paradigma actual de la sustentabilidad y la práctica en las diferentes disciplinas del diseño. Se hace una revisión de los discursos en el Diseño para la sustentabilidad en las últimas décadas con la finalidad de mostrar a los profesionales del diseño las diferentes vertientes que han surgido, su conexión con otros campos del saber y cómo esto ha enriquecido las prácticas de la disciplina. Por último, se presenta una lista de sugerencias para aquellos diseñadores que tienen el compromiso de alinear su trabajo con los principios de la sustentabilidad.

Palabras clave: *sustentabilidad, Siglo XXI, diseño*

Abstract

The present article takes on the relationship between the current sustainability paradigm and the practice of design. A literature review is presented revising different design discourses for sustainability that appeared in the past decades intending to show to design professionals the different perspectives that have arisen, their connection with other fields of knowledge, and how they have enriched design practice. Lastly, the paper presents a list of suggestions for those designers that commit to aligning their work to design principles.

Keywords: *sustainability, 21st century, design*

Introducción

El desarrollo sustentable y su relación con el Diseño

Pudiera pensarse que el término “desarrollo sustentable” es un concepto vigente e inmutable, pero surgió hace ya treinta años y, con el pasar del tiempo, se ha modificado tanto que es difícil seguir la pista de los cambios ocurridos y sus implicaciones en estas tres décadas. Definirlo como “aquél desarrollo que satisface las necesidades presentes sin comprometer la posibilidad de que futuras generaciones puedan satisfacer las suyas” (Comisión de Brundtland, citado en Shedroff, 2009) resulta, actualmente, ambiguo y a veces hasta superfluo, puesto que dicho término ha sido ampliamente difundido y usado por varias disciplinas.

Hablando específicamente del campo del diseño, ha sucedido lo mismo: desde la adopción del término (en la década de los 80) hasta nuestros tiempos, el “diseño ambiental” ha ido modificándose: se han creado nuevas vertientes que responden a los cambios sociales y ecológicos, además de algunos intereses económicos que han surgido también con el pasar de los años. En el presente artículo se narrará la trayectoria de este concepto y sus implicaciones hasta llegar al presente para mostrar un panorama de las posibilidades que tenemos los profesionales del diseño en este ámbito.

Antes de comenzar la discusión, es importante recordar al lector que estamos viviendo en una época crucial, donde cada vez resulta más evidente la necesidad de atender los problemas medioambientales si queremos conservar la vida en nuestro planeta tal como la conocemos. Dependemos de los sistemas naturales y por ello, es importante que, como diseñadores, entendamos sus límites y posibilidades, además de saber cuáles son nuestras responsabilidades y limitaciones para contribuir con esta problemática global.

¿Qué tan sustentables podemos ser los diseñadores?

Es preocupante saber que hemos usado más energía desde 1900 que en toda la historia de la humanidad antes de 1900; que desde 1970 hasta la actualidad, el índice de población en especies en bosques, agua dulce y agua salada ha decrecido al menos en un 18%; que si quisiéramos mantener las condiciones de vida que tenemos en el mundo occidental actualmente, necesitaríamos tres o cuatro planetas como la Tierra (Thorpe, 2007, p. 28). Además de esto, las cifras de generación de residuos siguen creciendo y algunos estudios predicen un incremento hasta el año 2100 (ISWA Report, 2014). Los anteriores datos no son más que evidencia de la crisis que atravesamos actualmente como humanidad.

Y, ¿qué injerencia tenemos en estas problemáticas los que nos dedicamos al diseño? Podrá pensarse que es poca o nula, sin embargo, en este artículo se expondrán al lector algunas de las coyunturas entre la actividad del diseño y las acciones para contribuir a mejorar estas condiciones. Todos los campos del diseño, desde arquitectura hasta diseño de productos ocurren de manera similar o bajo las mismas condiciones básicas: están vinculados a procesos productivos o de manufactura, dan (o deberían) dar respuesta a una necesidad de la sociedad o del cliente y por último, tienen una serie de especificaciones que deben seguirse. El profesional del diseño es el encargado de modular e integrar todos estos aspectos, creando así un nuevo artefacto/producto/sistema/espacio/servicio. Es en esta modulación y en la resolución de la necesidad que se encuentra la posibilidad de integrar acciones que contribuyan a la sustentabilidad. En otras palabras, el diseñador tiene la oportunidad de intervenir y hacer que su trabajo contribuya a la sustentabilidad o no. Pero ¿cómo saber qué es lo que se puede hacer? ¿Cómo contrarrestar la trayectoria del actual sistema productivo y su impacto?

El diseño ecológico

Al igual que el término *sustentabilidad*, la categoría de *diseño ecológico* tampoco ha sido estática. Ha existido a través del tiempo una diversificación del término y de las prácticas en los diversos campos profesionales del diseño. Madge (1997), hace una distinción entre tres términos elementales en el campo del diseño ecológico: el *diseño verde*, el *eco-diseño* y el *diseño sustentable*. Aunque estos conceptos son usados frecuentemente como sinónimos o para referirse a cualquier producto que contenga una o más características ambientales, son completamente diferentes (Tabla 1). Por otro lado, la transición en el campo del diseño de un término a otro, menciona Madge “representa una ampliación constante del alcance en la teoría y en la práctica y, en cierta medida, una perspectiva cada vez más crítica sobre la ecología y el diseño” (1997, p. 44).

Las principales diferencias podrían ser entendidas de una manera básica midiendo la intensidad y la amplitud de los efectos de cada una de las tipologías. Por ejemplo, un caso de *diseño verde* es un producto cualquiera fabricado de un material biodegradable o reciclado. Un caso de *eco-diseño* podría ser un reloj que, además de estar fabricado con materiales biodegradables, será eficiente en el uso energético a lo largo de toda su vida útil. Un caso de *diseño sustentable* atendería, no solo a las características materiales, sino a todas aquellas condiciones bajo las que fue fabricado un determinado diseño,

incluyendo así aspectos de responsabilidad ética y social.

Ciertamente no existe una línea temporal que divida al diseño verde del eco-diseño o del diseño sustentable, la transición ha sido paulatina, aun en la actualidad podemos encontrar bienes de estos tres tipos. Sin embargo, diversas investigaciones han mostrado que es importante cuestionar los valores de cada uno de estos conceptos debido a que, la creciente crisis ambiental y social demanda prácticas que den soluciones pertinentes y con estos esquemas -especialmente con el diseño verde- esto no ha sido posible. Sigue existiendo una dominación de los aspectos técnicos y económicos sobre los demás valores, el consumo se sigue incrementando y por ello, estos modelos van careciendo cada vez más de contenido, pues los beneficios han sido para aquellas empresas que, valiéndose de la “etiqueta verde” y de la buena voluntad de los consumidores, logran acrecentar sus ganancias.

El presente del Diseño para la Sustentabilidad

Siendo estrictos, el término “diseño sustentable” resulta impreciso puesto que no hay un diseño que sea “sustentable” como tal, más bien, existen acciones que los diseñadores podemos implementar para alinear los principios de nuestros diseños con los de la sustentabilidad. A esto se le llama “diseñar para la sustentabilidad” y este es el paradigma vigente, es

Diseño Verde (1980)	Ecodiseño (1990)	Diseño Sustentable (1995)
• Tecnocentrista • Enfoque ecológico superficial. • Se centra en aspectos individuales del impacto ecológico del diseño. • Consumo verde que promueve bienes ambientalmente benignos que derivan en el crecimiento del consumismo.	• Tecnocentrista – Visión mecanicista del mundo • Nociones de un enfoque ecológico profundo. • Se centra en todo el producto a través del ciclo de vida. • Prevención a través del diseño. • La industria como un todo, modelos de ciclo de vida.	• Eco-sociocentrista • Introduce las ideas de responsabilidad ética y social así como las nociones de tiempo y escala. • Del diseño de producto al diseño de sistemas. • Del producto a la necesidad • Desmaterialización

Tabla 1. Los enfoques del diseño ecológico (Encino, 2014, p. 265; basado en Madge, 1997)

el término correcto con el que debemos referirnos al describir este tipo de proyectos. No es solo cuestión de terminología sino que, de esta manera, situamos a la práctica del diseño como un medio y no como un fin en sí mismo (Chick y Micklethwaite, 2011, p. 114). Con ello aceptamos que, como profesionales del diseño, tenemos limitaciones y que tampoco todos los problemas ambientales y sociales podrán ser resueltos por quienes nos dedicamos a cualquier rama del diseño. La definición más precisa para el termino sería entonces: “todas aquellas teorías y prácticas para el diseño que cultivan las condiciones ecológicas, económicas y culturales que respaldarán el bienestar humano indefinidamente (Thorpe, 2007, p. 13).

Habiendo puntualizado lo anterior, podemos centrarnos entonces en qué tan amplio es el campo de acción que tenemos los diseñadores para contribuir con nuestros proyectos a la sustentabilidad. No existe una sola respuesta, en otras palabras, no hay fórmulas para llegar a diseñar algo que sea “absolutamente” sustentable en todas las condiciones y en cualquier contexto. Si bien el término es preciso, debe ser considerado como una postura ética más que una realidad, es decir, adoptarlo en nuestra manera de proyectar y al mismo tiempo entender que nada de lo que hagamos logrará tener un impacto cero. Luego, nuestro compromiso radica en conocer y tomar decisiones informadas: “se trata entonces de comparar impactos relativos y adoptar elecciones siguiendo el objetivo de reducir su magnitud, teniendo en cuenta que estamos comparando impactos no nulos (Canale, 2015, p. 3).

Para ello, en el presente artículo se agrupa en dos clases a los aspectos que podemos tomar en cuenta para la sustentabilidad en nuestros proyectos: el aspecto tangible y el intangible. En el aspecto tangible del diseño se incluyen todas aquellas acciones que pueden ser implementadas en materiales, formas y procesos involucrados en la creación de un proyecto. Esta parte es fundamental en la fase de proyección porque, de esta manera, podemos llegar a visibilizar lo que generalmente pasa desapercibido. Entender que la selección de

materiales puede incrementar o reducir el impacto ambiental de mi producto, hará que pueda cambiar mi propuesta. Además, el impacto ambiental no solo se encuentra en la fase productiva sino también antes y después, esto es: en la energía que se requiere para obtener determinada materia prima, el impacto que tendrá cuando el producto esté siendo usado y qué efectos generará dicho producto cuando se ha desechado.

Un concepto que ejemplifica esta perspectiva y que ayudará a concientizarnos de este impacto es el “factor de invisibilidad en los materiales”. Dicho término es usado para hacer alusión a los impactos ambientales que genera un material y que no podemos percibir a simple vista. Un caso de este fenómeno es que, por cada kilogramo de un producto, nueve de desperdicio han sido generados, es decir, el 90% de los materiales usados en la fabricación no son visibles (Thorpe, 2007, p. 36), pues no terminan en el producto como tal. Sin embargo, este 90% de material “invisible” debe ser considerado como parte del impacto ambiental.

Asimismo, la selección de determinado material o acabado tiene impacto a lo largo de la vida útil del producto y cuando está en manos del usuario. Un ejemplo de lo anterior son algunos de los denominados “*compuestos orgánicos volátiles*”¹ que son gases que desprenden ciertos materiales usados en espacios interiores y que han sido identificados como contaminantes del aire. Los COV afectan no solo al ambiente sino también a la salud humana. Con los ejemplos anteriores, podemos empezar a dimensionar el impacto que tiene elegir un material, un proceso productivo e incluso un acabado para cualquiera de nuestros diseños, aspectos que tradicionalmente son seleccionados exclusivamente por cuestiones estéticas.

Por otro lado, es importante destacar que, aun cuando es muy común escuchar hablar del “material sustentable”, no existe tal. Lo que sí es posible que

¹ Como ejemplo, los compuestos orgánicos volátiles (COV) pueden ser encontrados en espacios interiores y son generalmente emitidos por el mobiliario. Hay estudios que evalúan su influencia en la calidad del aire y el impacto en la salud humana (Xuan Ho, D. *et al.*, 2011; Salthammer, 1997).

exista es el “uso sustentable” de diversos materiales. Lo mismo aplica para los procesos productivos. Los materiales y procesos no pueden ser catalogados como sustentables por sus cualidades intrínsecas (aunque hay algunos que no deberían ser considerados siquiera) sino por el adecuado uso que se les puede dar. Realizar esta evaluación es tarea del profesional del diseño. Para contribuir a la sustentabilidad en este aspecto, existen infinidad de herramientas que pueden ayudarnos a tomar mejores decisiones como el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), el Puntaje Ponderado (ecoindicadores), la Huella Hídrica, la Huella de Carbono, entre otros. En conjunto, estas herramientas son elementos que nos ayudan a ponderar, bajo ciertos criterios, el impacto de los materiales, así como sus características y usos. Con ellos, podremos tomar decisiones más acertadas que contribuyan en el aspecto ecológico a la sustentabilidad.

En el aspecto intangible del diseño, es decir, todo aquello que no podemos ver o tocar, los discursos del diseño para la sustentabilidad también se han diversificado. Van desde contemplar a las diferentes identidades culturales e incluirlas como parte de nuestro proyecto, hasta el punto de asumir al consumo como el fenómeno que da origen a gran parte de los problemas medioambientales. Aunque esto es un campo sujeto a diferentes interpretaciones, es importante conocer los nuevos paradigmas que están relacionados con los aspectos socioculturales, es decir, aquellos que vinculan al diseño con las personas, la cultura, los sistemas sociales y el comportamiento humano.

Entre estas vertientes podemos destacar el *Diseño para el comportamiento sustentable*, *Diseño para el consumo sustentable*, el *Diseño para la longevidad*, refiriéndose no solo a los aspectos materiales sino también al *Diseño emocionalmente durable* (Chapman, 2005), cuyo beneficio sería la disminución del consumo que deriva en última instancia en la reducción de generación de residuos y gasto energético.

Otros discursos más radicales contemplan valores universales como el bienestar humano y con ello, cuestionan la importancia de la materialidad para

el desarrollo de las sociedades. En este grupo destacan el *Diseño para el otro 90% de la población* que explica cómo los diseñadores estamos enfocados solamente en el 10% de la humanidad (mercado para los bienes de consumo), dejando de lado el resto de la población que generalmente, es la más desfavorecida. Otro importante discurso es el *Diseño para la felicidad* (DfH por sus siglas en inglés) que concibe a la felicidad como un factor para el bienestar (Escobar-Tello, 2016, p. 93), cuestionando la necesidad de consumir para la realización del ser humano. Estos discursos basan sus conjeturas en investigaciones previas que argumentan que, aun cuando diferentes países han alcanzado un crecimiento en el *Producto Interno Bruto*, la satisfacción ante la vida se ha mantenido igual o incluso, ha decrecido (Stanbridge, 2016). Por ello, no existe una correlación directa entre nuestro poder adquisitivo y el bienestar. Este es uno de los argumentos que generalmente presentan los nuevos discursos para la sustentabilidad en el diseño en el aspecto intangible.

Para cada una de las alternativas anteriormente mencionadas, pueden encontrarse una serie de preceptos, sugerencias o incluso rutas, sin embargo, es imposible explicar cada una de ellas en este artículo. El objetivo es que los diseñadores conozcamos el panorama que tenemos enfrente y que decidamos, en todo caso, de qué manera queremos ser agentes de cambio al ejercer nuestra profesión en la sociedad actual.

Las rutas para la acción

Aun cuando se ha descrito en párrafos anteriores el *Diseño para la sustentabilidad*, se debe hacer una revisión para saber de qué manera el diseño debe seguir trabajando para forjar sus propios caminos en materia de sustentabilidad en la actualidad. Uno de los pasos indispensables es, entonces, diferenciar entre el diseño (como actividad) y la industria del diseño. La industria del diseño es definida como: “un subsistema del sistema económico, es decir, capitalismo orientado a la acumulación de ganancias

y crecimiento económico” (Boehnert, 2014, p. 121). En la perspectiva tradicional, el diseño (como actividad) trabaja para la industria del diseño. Es importante aclarar esto puesto que, respecto a las posibilidades de colaborar con los principios de la sustentabilidad a través del diseño, nos enfrentamos a diferentes retos cuando se habla del diseño como disciplina o de la industria del diseño.

Primero, debemos resaltar que en ambos casos se tienen oportunidades para contribuir a la sustentabilidad. Los dos se encuentran limitados, pero por diferentes aspectos y en diferentes dimensiones. En el caso de la *Industria del diseño*, el campo de acción estará sujeto a ciertas condiciones que restringen su amplitud debido a que, siempre al margen de las soluciones ambiental y socialmente responsables, se tiene como prioridad generar una ganancia económica. Dicho factor limita los materiales y procesos que pueden ser utilizados, asumiendo como realidad que siempre los materiales ambientalmente responsables suelen ser más costosos, así como sus procesos productivos. Además de esto, se cae en la categoría de generar bienes y servicios que si bien, no son estrictamente necesarios para la sociedad, serán colocados en el mercado para su comercialización.

En este campo las posibilidades se inclinan más al aspecto tangible del diseño, descrito anteriormente. Trabajar el diseño desde este paradigma podrá dar al diseñador posibilidades como eficientizar las formas y estructuras para minimizar el desperdicio, hacer más eficientes los procesos productivos para reducir el gasto energético, pensar en el ciclo de vida para preparar al producto para el momento de su desecho, por ejemplo: que pueda ser reciclado o reusado. Hablando del campo del diseño de productos, Fiksel (2012), ha establecido una amplia gama de posibilidades en este aspecto en el llamado “Diseño para el Medio Ambiente” (*DfE* por sus siglas en inglés), pero en diversos campos existen otras metodologías con el mismo propósito.

Por otro lado, tan pronto nos alejamos del campo de la *Industria del Diseño*, comenzamos a hablar de un paradigma nuevo que engloba todos aquellos discursos emergentes que, hasta cierto punto,

posicionan al diseño como un agente de cambio. Sabiendo que, en una aguda crisis ambiental, y hablando de un contexto postindustrial, la industria del diseño no podrá trascender como tal. El activismo a través del diseño (Thorpe, 2012) es lo que caracteriza a estos discursos emergentes, promueve la idea de que “necesitamos alejarnos del consumismo y crecimiento como el principio organizador central en la sociedad”.

Hablar de un diseño independiente implica, entonces, que no habrá que seguir normas de industrialización, que podemos construir una identidad al margen de este paradigma; que podemos generar bienes locales y que correspondan a una cultura en particular, se puede tener un mayor control para promover el comercio justo y el uso de materiales y mano de obra locales, beneficiando así a la sociedad y al medio ambiente. Sin embargo, que este diseño independiente de la industria pueda causar un impacto global en el corto plazo, es imposible. Se necesita también que a la par ocurran cambios en el sistema económico y la sociedad.

Conclusiones

Para situar al diseño como un agente de cambio se necesita primero trazar una ruta de empoderamiento para quienes nos dedicamos a esta profesión. Por ello, es importante entender la diferencia entre el diseño y la industria del diseño. Empoderar al diseño implica pensar fuera de los paradigmas establecidos. Para esto necesitamos modificar la educación en diseño y la ejecución del diseño. Pensar fuera del paradigma presente significa crear nuevos escenarios y en esto, tenemos varias ventajas: los profesionales del diseño creamos posibilidades, “creamos posibilidades de como las cosas podrían ser... [Sin embargo] cuando pasamos de “*podrían*” a “*deberían ser*” incluimos una dimensión ética y esta es la clave para un enfoque más sustentable (Walker, 2006, p. 37). En otras palabras, abandonar los postulados tradicionales de cómo debemos diseñar, abrirá a la par posibilidades para la innovación y para la sustentabilidad.

Anteriormente se mencionó que no existe un único método específico o un instructivo para hacer que nuestros diseños se alineen a los principios de la sustentabilidad. Esto no debe ser causa de desánimo en nuestra práctica profesional. Por el contrario, situarnos en la realidad nos hará conscientes de los efectos que podemos tener una vez que hemos decidido colaborar desde nuestra profesión con esta problemática.

Es alentador saber que el diseño es uno de los agentes más importantes en la configuración del futuro, capaz de encontrar nuevos caminos hacia un futuro sustentable. Bajo un esquema de innovación, el diseño tiene mucho potencial puesto que “ha sido estimado que un diseño de producto más innovador podría minimizar hasta en un 80% el total de los productos”; es decir, desmaterializar a través de la innovación para reducir el consumo y, por consecuencia, nuestro impacto ambiental.

Por último, para aquellos diseñadores de cualquier campo que quieren tener un impacto positivo a través de su profesión en la problemática medioambiental y social, se plantea una lista de sugerencias básicas que pueden ser analizadas a manera de ejercicio de autorreflexión para concientizarnos de las decisiones que tomamos y cómo éstas pueden ser mejoradas para contribuir a la sustentabilidad:

- *Tener conocimiento vasto de cada una de las decisiones que se toma.*

Esta sugerencia puede sonar básica y redundante para aquellos que ejercen como diseñadores. Sin embargo, estimado lector, le invito a pensar en el último proyecto que desarrolló y pensando en él, podría responder: ¿qué porcentaje de los materiales que utilizó son reciclables? ¿Cuál fue el método de extracción de este material? El color para sus acabados o impresión, ¿está clasificado como alto en metales? Si hubiera elegido otro material, ¿hubiera comprometido la funcionalidad de su proyecto? Un alto porcentaje no podríamos responder estas preguntas.

Por ello, es necesario prestar atención a este tipo de cuestiones que pasan a ser relevantes cuando se les analiza desde una perspectiva sustentable.

No es necesario ser una enciclopedia andante, o ser experto en todos los materiales y procesos productivos, existen ya herramientas desarrolladas por otras disciplinas que pueden ser utilizadas por nosotros, diseñadores. De esta manera, podríamos tomar buenas decisiones aun cuando no somos científicos de materiales. Para cada una de las ramas del diseño existen guías que brindan información para estos aspectos. Los eco-indicadores, por ejemplo, son una gran herramienta cuando no se sabe que materiales pueden elegirse para disminuir el impacto ambiental sin comprometer la eficiencia del producto final.

- *No priorizar aspectos estéticos.*

Esta sugerencia es una de las más importantes. Decir “no priorizar” no significa que debamos olvidarnos o dejar de lado la estética en el diseño, más bien, se exhorta a los diseñadores a ponerla a la par de los aspectos ambientales. Otra posibilidad sería generar estrategias para crear una estética que esté en sintonía con la optimización de los recursos. Un diseño para la sustentabilidad también tiene la posibilidad de crear su propia estética. Walker (2006) menciona al respecto:

Las normas estéticas contemporáneas están basadas en procedimientos de utilización intensiva del capital, altamente automatizados e insostenibles. Estos procedimientos tienden a reducir el potencial para satisfacer el empleo y a menudo ignoran las pérdidas sociales y ambientales. Por tanto, podemos deducir que los productos fabricados en un paradigma más sustentable serán estéticamente muy diferentes de aquellos que hemos llegado a considerar como meritorios (p. 74).

Por ello, plantear una nueva estética, que no sea regida por modas, tendencias o supuestos basados en lo convencional, puede añadir valor al diseño para la sustentabilidad, dando valor a características como la simpleza, la eficiencia, la desmaterialización, entre otros.

- *Identificar si nos situamos en la Industria del Diseño o al margen de ella.*

Una vez que hemos discutido qué implicaciones tiene trabajar en la industria del diseño, podremos saber si nuestros proyectos deben enfocarse en aprovechar de manera más eficiente los recursos de los cuales nos provee la industria o, en generar nuevas vertientes al margen de éstos. Con ello, tendremos claro nuestros límites y posibilidades de acción frente a la sustentabilidad.

- *Aceptar cuando los problemas medioambientales no podrán ser resueltos a través del diseño.*

También es necesario ser consciente de que, como diseñadores, no somos causantes de todos los problemas medioambientales. Un ejemplo evidente de esto es la postura que ha tomado el nuevo gobierno de los Estados Unidos de América: Donald Trump ha anunciado que abandona el Acuerdo de París² para ayudar a la industria petrolera y de carbón de su país. Este es solo un ejemplo de las múltiples tonalidades que pueden tener los obstáculos para la sustentabilidad. En estos casos, las posibilidades como diseñadores para contribuir a la sustentabilidad son nulas, por ello, debemos discernir de aquellos problemas en los que tenemos injerencia y aquellos en los que no.

Si vigilamos en nuestro trabajo como profesionales los puntos anteriores, teniendo en claro las contribuciones que podemos hacer desde nuestro campo, podremos empezar a transformar las prácticas tradicionales del diseño, moverlas hacia unas que sean más congruentes con nuestro presente, colaborando así con una cultura material alineada a los principios de la sustentabilidad.

² Este acuerdo fue firmado en la Conferencia de París sobre el Clima (COP21), celebrada en diciembre de 2015, donde 195 países firmaron el primer acuerdo vinculante mundial sobre el clima. Para evitar un cambio climático peligroso, el Acuerdo establece un plan de acción mundial que pone el límite del calentamiento global muy por debajo de 2 °C (Comisión Europea, 2017).

Referencias

- Boehnert, J. (2014). Design vs the Design Industry. *Design Philosophy Papers*. 12(2), 119-136
- Canale, G. (2015). Materialoteca. *Perfil ambiental de Materiales*. Buenos Aires: Nobuko.
- Chapman, J. (2005). Emotionally Durable Design. London: Earthscan.
- Chick, A. y Micklethwaite, P. (2011). Design for Sustainable Change. *How Design and Designers can drive the sustainability agenda*. Ava Publishing: Switzerland.
- Comisión Europea. Consultado en: *Acción por el clima*. <https://ec.europa.eu/clima/policies>
- Encino, A. (2014). El diseñador industrial y la producción de mobiliario: una perspectiva desde la sustentabilidad. *Entreciencias*. 2(5), 263-275
- Escobar-Tello, C. (2016). A Design Framework to Build Sustainable Societies: Using Happiness as Leverage. *The Design Journal*, 19(1), 93-115
- Fiksel, J. (2012). *Design for Environment: a guide to sustainable product development*. London: McGraw-Hill.
- Ho, X., Kim, K., Sohn, J., Oh, Y., & Ahn, J. (2011). Emission Rates of Volatile Organic Compounds Released from Newly Produced Household Furniture Products Using a large-scale Chamber Testing Method. *The Scientific World Journal*. 11, 1597-1622
- International Solid Waste Association (2014). *ISWA Report 2014*. Austria: ISWA General Secretariat

Madge, P. (1997). Ecological Design: A new critique. *Design Issues*, 13(2), 44-54

Salthammer, T. (1997). Emission of Volatile Organic Compounds from Furniture Coatings. *Indoor Air Journal*. 7, 189-197

Shedroff, N. (2009). *Design is the problem: The Future of Design Must Be Sustainable*. New York: Louis Rosenfeld.

Stanbridge, B. (2016). The economics of happiness. *The Worldly Magazine*. Read in: <http://theworldly.co.uk/economics-happiness/>

Thorpe, A. (2012). *Architecture and Design Versus Consumerism: How Design Activism Confronts Growth*. London: Routledge.

Thorpe, A. (2007). *The Designer's Atlas of Sustainability*. U.S.A: Island Press

Walker, S. (2006). *Sustainable by Design. Explorations in Theory and Practice*. London: Earthscan.

Ana Gabriela Encino Muñoz

Licenciada en Diseño Industrial egresada de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, Maestra en Investigaciones Sociales y Humanísticas por la misma institución. Actualmente cursa el Doctorado en Diseño en la facultad de Artes, Humanidades y Culturas en la Universidad de Leeds en Reino Unido. La línea de investigación de la autora versa entre las interacciones del diseño, la cultura material y la sustentabilidad.



Política de acceso abierto

La Revista Artificio proporciona un acceso abierto a su contenido, basado en el principio de que ofrecer un acceso libre a las investigaciones ayuda a incrementar el intercambio global del conocimiento. Artificio no cobra ni cobrará ningún cargo a sus lectores por concepto de suscripción, ni a los autores por enviar, procesar o publicar sus artículos.

Como condición de publicación, los autores acuerdan liberar sus derechos de autor bajo una licencia compartida, específicamente la licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a cualquier persona compartir, copiar, transformar y redistribuir el material en cualquier medio o formato bajo los siguientes términos:

- *Dar crédito al autor del texto
- *No hacer uso del material con propósitos comerciales
- *Compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- *Adaptar: remezclar, transformar y crear obras derivadas del material
- *Si se remezcla, transforma o crea obras derivadas del material, se deben distribuir las nuevas contribuciones bajo la misma licencia que la original.



Artificio

Revista en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos

e-ISSN
en trámite
Homepage
<https://revistas.uaa.mx/>

Diseño bioclimático en la arquitectura de hoy.

Bioclimatic Design in today's architecture.

Inés del Rocío Gaytán Ortiz

Universidad Autónoma de Zacatecas

To cite this article:

Gaytán, I. (2019). Diseño bioclimático en la arquitectura de hoy, *Artificio*, 14-23.

Diseño bioclimático en la arquitectura de hoy.

Inés del Rocío Gaytán Ortiz

Resumen

El presente artículo inicialmente evidencia, la responsabilidad que la industria de la construcción comparte en el daño ejercido sobre el medio ambiente, principalmente en el ámbito urbano. Enseguida, se propone como alternativa ante este desafío, recuperar una de las principales características de la arquitectura: la adaptación al entorno y su clima. El desconocimiento del sitio donde se proyecta, ha provocado que se establezcan tipologías uniformes de edificaciones, provocando gasto innecesario de energía para enfriar y calentar espacios. Finalmente, se propone re pensar la enseñanza arquitectónica, para incluir en ella, al menos cinco de las principales bases del diseño bioclimático.

Palabras clave: *diseño, arquitectura, clima*

Abstract

This article presents evidence of the responsibility of the construction industry in environmental damage, especially regarding the urban environment. To address this challenge, this paper proposes recovering one of the main characteristics of the architecture: environmental and climatic adaptation. The lack of knowledge about the site where architecture is projected has provoked the systematization of buildings resulting in the unnecessary waste of energy to cool and heat spaces. Rethinking architectural education becomes necessary, taking as a starting point the main principles of bioclimatic design.

Keywords: *design, architecture, bioclimatic*

Introducción

La siguiente es una reflexión que aporta algunas razones que deberían incentivar un cambio en la enseñanza de la arquitectura en nuestras escuelas mexicanas, convicción que se ha visto alimentada, luego de varios años de observación de movimientos y acciones aisladas, por parte de profesionales preocupados ante los efectos de la actividad humana sobre el entorno natural. Como se verá más adelante, se incluye también una propuesta que recomienda recuperar en la práctica arquitectónica, el principio de adaptación de los espacios a las condiciones del sitio y a su clima, asunto fundamental para que la práctica se vuelva más sustentable.

Al transitar en la búsqueda de formas en que la arquitectura, actualmente, podría comprometerse con asuntos como el cuidado del medio ambiente, el uso de fuentes de energía limpias, como el sol y el viento, entre otros aspectos que al parecer se han vuelto una especie de moda en el mundo de hoy, surge tempranamente el término de diseño bioclimático, que quizá al principio, no parece decir demasiado.

Sin embargo, conforme se profundiza en el estudio, puede observarse la pertinencia que adquiere la disciplina especialmente en estos tiempos, cuando ha quedado de manifiesto el daño que los humanos infringen sobre la naturaleza, en la búsqueda incesante de la energía que les permita continuar con el estilo de vida que han adoptado. Esto resulta especialmente cierto en el caso de los pobladores citadinos, si se tiene en cuenta que actualmente, la mayor parte de los habitantes del planeta se desenvuelve en un entorno urbano. En México, por ejemplo, el 72% de la población reside en alguna de las 384 ciudades con más de 15, 000 habitantes que conforman el Sistema Urbano Nacional. Además, se ha estimado que para el año 2050, el 70% de la humanidad vivirá en este tipo de desarrollos (ONU-Hábitat, 2014-2015, p. 10-18)

En este sentido, e intentando dilucidar hasta qué grado contribuimos a las alteraciones provocadas sobre el equilibrio del planeta, quienes de alguna forma u otra participamos en el diseño de ciudades, resultan reveladores los datos que muestran que la industria de la construcción es particularmente responsable por la huella que su actividad deja sobre el medio ambiente, ya que se ha calculado que a nivel mundial, consume alrededor del 50% de los recursos naturales, el 40% de la energía y el 16% del agua (Dominique Gauzin-Muller, 2002, p. 14)

Afortunadamente, los estudios de habitabilidad humana se han convertido en uno de los temas más comúnmente estudiados en México, inclinándose fuertemente hacia aspectos como la sostenibilidad y eficiencia energética. (Sifuentes Solís, 2013, p. 3).

Aunque no es el propósito de este escrito discutir sobre si es más apropiado emplear términos como sustentabilidad o sostenibilidad, por los debates filosóficos o políticos que les preceden,¹ ha de reconocerse la fuerza que ha tomado la corriente de la arquitectura basada en los dos conceptos anteriores, que poco a poco ha ido permeando el actuar contemporáneo de la disciplina. Tal es el caso de la así llamada *arquitectura sustentable*, la cual de acuerdo con Rafael Osío, inició a definir su ámbito de actuación luego de la emergencia que planteó el movimiento ambientalista entre los

¹ Además de las discusiones teóricas envueltas, teniendo presente que el problema ambiental tiene como escenario un mundo con fuertes desigualdades, además de intereses en conflicto, surgidos ante los diversos grados de desarrollo. Por un lado, los países de primer mundo denunciando la contaminación causada por la creciente industrialización y urbanización, adjudicada al crecimiento poblacional. Por el otro, los del Tercer Mundo, quienes presentan los más altos índices de natalidad y falta de desarrollo económico, y que señalan a los primeros por sus excesos de producción y consumo, como los principales responsables en el deterioro ambiental. Las naciones desarrolladas denuncian el crecimiento acelerado de las Tercer Mundistas, y éstas reclaman su derecho a hacerlo para poder desarrollarse y alcanzar el nivel de vida de las primeras. Así las cosas, los términos desarrollo y sustentable, además de parecer contradictorios, surgen de una sociedad capitalista, que privilegia los intereses del mercado por encima de cualquier otro (Pierri, 2005). Sin embargo, existen investigadores que afirman que el concepto "desarrollo sostenible", no es más que un oximoron que combina dos conceptos al extremo opuestos, implicando crecimiento económico y sustentabilidad ecológica, supeditando esta última al crecimiento (Gómez Contreras, 2014).

años de 1973 y 1979, cuando luego de dos grandes crisis petroleras y la consecuente fluctuación de los precios de la gasolina, habitantes de los suburbios en las ciudades norteamericanas, pudieron darse cuenta de lo vulnerable de una comunidad adicta a los vehículos (Osío Cabrices, 2011, p. 73). Más adelante, se entenderá por qué los principios del diseño bioclimático, quedarían hoy muy bien contenidos dentro de las acciones que la arquitectura realiza con el propósito de ser considerada como sustentable.

La dependencia de la sociedad contemporánea a los combustibles fósiles no se refleja sólo en la masiva multiplicación de automóviles, sino en la forma en que la energía eléctrica, se genera. En países como el nuestro, las centrales termoeléctricas (funcionando a base de calor y vapor para mover los generadores) eran quienes hasta 2007, producían el 75% de la electricidad por medio de la quema de gas natural, combustóleo o carbón (CONAE, 2007). La situación seguía siendo prácticamente la misma hacia 2011, cuando estas instalaciones aún producían alrededor del 44% de la energía, quemando hidrocarburos como el diésel. El restante 31.24% lo aportaban productores independientes, empleando igualmente centrales termoeléctricas. Dentro de los clientes a quienes la CFE suministraba energía hasta ese año, el 52.81% se encontraban en el sector residencial (Ramos Gutiérrez, 2012, p. 197).

Con lo anterior, queda evidenciada la doble participación que, en el deterioro del medio ambiente, ejercemos quienes nos involucramos en el diseño de espacios habitables en las ciudades: tanto en el asunto de la movilidad urbana, como en el gasto de energía que habrá de emplearse para hacer que una vivienda, escuela u oficina funcione, además de lograr que sea térmicamente confortable.

Es en el segundo aspecto en el que el diseño bioclimático cobra actualmente mayor sentido e importancia. Ya desde los años 50 del siglo pasado, el húngaro Víktor Olgyay, denunciaba que, en Estados Unidos la arquitectura había perdido una

de sus principales características: la adaptación al entorno y su clima.

En sus investigaciones, uno de los objetivos principales fue observar cómo eran las construcciones regionales construidas por los indios que comenzaron a poblar el continente americano, procedentes de Asia. Se enfocó en las diferentes regiones que componen a esta nación, destacando el caso de los habitantes que debieron establecerse en la zona gélida. La solución del iglú - refugio bajo y de forma semiesférica que así desvía el viento- es sorprendente, pues aprovechando el factor aislante de la nieve, se pueden mantener en el interior temperaturas hasta de 15,56 °C, aunque en el exterior el termómetro marque - 45°C. En contraste, el clima cálido y árido en que se asentaron algunos grupos de indígenas del suroeste de los Estados Unidos (como en Taos, Nuevo México), forzaba a que las viviendas se diseñaran de forma que se redujera el impacto del calor, y proyectaran sombra. En este caso, se construyeron refugios comunitarios, cuyos techos y paredes son de adobe, ya que este tipo de construcción proporciona un gran aislamiento, al retardar el paso del calor durante un tiempo considerable, pudiéndose controlar así la temperatura en el interior, durante las horas más calurosas del día. Las ventanas son generalmente pequeñas y el que las viviendas estén agrupadas, reduce la superficie expuesta. Otro rasgo interesante de éstas, es que por lo general se ordenan sobre un eje este-oeste, reduciendo de esta forma el calor que se produce en el verano y el impacto causado por el sol de la mañana y la tarde sobre ambos muros en los extremos, logrando además el máximo aprovechamiento de la energía solar proveniente del sur en los meses de invierno. (Olgyay, 1998, p. 4-5)

El investigador denunció el hecho de que en Estados Unidos no se respetó y mucho menos aprendió de ese carácter regional que poseían las construcciones de los primeros pobladores. Contrario a esto, se ha establecido una tipología uniforme de vivienda, por una población de inmigrantes – que son quienes han llegado a constituir en esencia la nación

norteamericana-, con consecuencias funestas, de las que el autor reconoce como principal, la necesidad de desarrollar tecnología para calentar y enfriar viviendas, con el consecuente daño al planeta. Ante esta situación, no sorprenden los resultados de estudios evidenciando que Estados Unidos, es el país que emite el mayor porcentaje de agentes contaminantes a la atmósfera.²

Es innegable que una condición similar se está reproduciendo en otros sitios del planeta, incluidas nuestras ciudades mexicanas. Al momento de proyectar y erigir edificaciones, casi nunca se consideran las características climáticas del lugar donde la construcción se lleva a cabo. Incluso, aquellos desarrollos urbanos que se han gestado en el país bajo la idea rectora de que ser sustentables, y en donde se pretendió implementar el uso de energías alternativas, eco tecnologías y arquitectura bioclimática, el tiempo demostró que no resolvieron las necesidades y expectativas de los usuarios, los cuales terminaron abandonando tanto viviendas como espacios de servicio y recreación que les fueron construidos.³

Parece que la enseñanza arquitectónica hoy, se enfrenta a una situación muy parecida a la que vivió la disciplina como consecuencia de la revolución industrial, y la cual puso en crisis lo que hasta entonces se consideraba como la verdad absoluta: la prevalencia de los vademécums o recetarios de formas arquitectónicas, los tratados

inflexibles traídos de la antigüedad clásica, y los cuales dejaron de ser pertinentes ante la llegada de nuevos materiales y formas de edificar, más rápidas y estandarizadas (Benevolo, 1999, p. 12-14).

A raíz de las discusiones encarnizadas tanto en las academias europeas, como en las mexicanas, se decidió que cada pueblo tenía el derecho de decidir cuáles eran en adelante las formas arquitectónicas más apropiadas para su lugar, para sus condiciones climáticas y desarrollo material, introduciéndose en el programa de las escuelas, la materia de teoría de la arquitectura, que pugnaba por enseñar los sistemas constructivos del presente, los que fueran pertinentes de acuerdo a los tiempos que se vivían (Vargas Salguero, 1989, p. 10-19).

Todo indica que nos enfrentamos a una situación similar y sin embargo contraria, ya que muchos de los problemas que la humanidad hoy contempla, son consecuencia precisamente de aquella revolución industrial, que tanto sorprendía y provocaba el desconcierto de los arquitectos de mediados del siglo XIX, situación que les obligó a modificar la forma en que se enseñaba el oficio desde hacía más de tres centurias (Benevolo, 1999, p. 48-51).

La arquitectura actualmente, se enfrenta al reto de hacer que sus obras ayuden a mitigar el daño que el desarrollo ha traído como consecuencia, lo que necesariamente implica recuperar el principio de adaptación a las condiciones del lugar. Aquí es donde la implementación de estudios en materia de diseño bioclimático, adquieren preponderancia, debiendo ser indispensables en la formación de los nuevos arquitectos mexicanos.

Así como la *teoría de la arquitectura* modificó la enseñanza que se venía impartiendo hasta antes de 1850, con la aparición de tratados como los de Reynaud y Guadet, introduciendo ideas novedosas como el análisis de materiales de construcción, salubridad de los edificios, calefacción, ventilación, desinfección, presupuestos, dirección de obras peritajes, honorarios y responsabilidades (Villagrán García, p. 62-73, p. 167), parece que es tiempo de dar atención a las necesidades de una sociedad cada vez más preocupada por los daños causados

² Anil Agarwal, del Centro de Ciencias y Medio Ambiente con sede en Delhi (India), estableció que un estadounidense emite tantos gases con efecto de invernadero como 25 indios, 33 pakistaníes, 85 cingaleses, 125 bangladeshíes o 500 nepaleses. FUENTE: Bessières, Michel (2001), "Clima: cuanto más se sabe, menos se hace", en El correo UNESCO, Junio 2001, p. 12. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001227/122747s.pdf>, Fecha de revisión: julio de 2017.

³ Conclusión obtenida luego de la investigación realizada por el Dr. Adrián Moreno Mata (Universidad Autónoma de San Luis Potosí), en el desarrollo del Rehilete, Villagrán, Guanajuato; compartida durante el Seminario Temático La Construcción del tejido urbano a través del tiempo, en el Doctorado en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos, Centro de Ciencias del Diseño y la Construcción, Universidad Autónoma de Aguascalientes, el día 14 de mayo de 2014.

sobre el medio ambiente, y meditar en lo que este contexto exige del arquitecto. Es tiempo de renovar la enseñanza e incluir en ella principios del diseño bioclimático, los cuales, a la luz de la situación anteriormente expuesta, se vuelven día a día más pertinentes.

Enseguida, se esbozan ideas generales que proponen retomar para los programas de estudio, cinco de las principales bases de este diseño, las cuales en gran parte fueron resultado del movimiento iniciado por Olgyay, quien logró inspirar a otros investigadores como el arquitecto israelí Baruc Givoni (1962), y los mexicanos Luis Gómez Azpeitia (1990) y Roberto Rivero (1998), quienes con sus destacados trabajos han ido fortaleciendo y enriqueciendo a la disciplina.

1. Estudio científico y estructurado de los factores climáticos

El primer reto al buscar implementar estrategias de diseño bioclimático en los programas académicos, es emplear los datos del clima del lugar registrados en instancias e instituciones gubernamentales confiables, al menos de la última década, para efectuar estudios estadísticos serios, de forma que arrojen resultados que sean efectivos y útiles al arquitecto al momento de proyectar. Con ellos se podría, por ejemplo, obtener coeficientes como el nivel de confort térmico óptimo que debe procurar alcanzarse en las distintas zonas y ciudades del país, el cual varía de acuerdo a las condiciones climáticas de cada entidad.

Se tiene conocimiento instrumentos de este tipo, realizados casi exclusivamente para programas de instituciones de gobierno, como las Guías CONAFOVI, empleadas para hacer funcionar el programa de vivienda de INFONAVIT denominado *hipoteca verde*, y los cuales utilizan la información del *Atlas de Bioclima de México* de David Morillón Gálvez, investigador de la UNAM (Morillón G. David, 2002), que luego de ser revisado, hizo surgir algunos cuestionamientos, ya que no considera que el clima al interior de un estado también varía, por lo que las recomendaciones de sistemas pasivos de

climatización que propone por ejemplo, para las ciudades capitales, serían ineficaces en los municipios del sur o del norte de algunas entidades. Lo anterior, permite visualizar la gran oportunidad que aún hoy existe, para complementar sus recomendaciones dirigidas a espacios habitacionales, mediante el trabajo de investigación que se desarrolle en cada estado de la República Mexicana.

2. Sistemas de climatización pasiva

El diseño bioclimático fomenta el empleo de la llamada *climatización pasiva*, la cual procura el confort térmico al interior de un espacio, por medio de la aplicación de tecnologías o subsistemas reguladores denominados *pasivos o naturales*, evitando en lo posible el empleo de sistemas de refrigeración o calefacción artificiales. A estos subsistemas se les conoce también como *bioclimáticos*, debido a que son en sí manifestaciones o elementos del clima de un lugar determinado. Mediante el confort térmico, se contribuye al buen estado de salud físico y mental de quienes habitan el inmueble. Las técnicas de climatización pasiva se basan en las funciones de captar, almacenar y distribuir el calor, o bien, actuar de forma contraria, protegiendo, reduciendo o eliminando el mismo. Empleando correctamente los subsistemas pasivos, se puede lograr controlar casi totalmente y de manera satisfactoria, los factores del clima sobre el espacio. Estas técnicas de climatización se basan en los subsistemas bioclimáticos, que son los factores del clima, y en los elementos reguladores, que son aquellos que permiten controlar a los primeros. (Gaytán Ortiz, 2009, p. 204).

Así pues, conviene mostrar a los futuros arquitectos, que mediante sistemas pasivos como las torres de viento, claraboyas operables, chimeneas solares, ventilación solar inducida, muros trombe, ventilación subterránea, pisos radiantes, además de otros elementos reguladores como dispositivos de captación y manejo de viento, que se siguen estudiando y monitoreando en universidades mexicanas (Armendariz López, 2009, p. 2-5), es posible tener un confort térmico aceptable en

el interior de los espacios habitables, además de evitarse el desperdicio innecesario de energía.

3. Eco tecnologías

Parece que, en estos días, afortunadamente comienza a darse una mayor conciencia en relación al empleo y búsqueda de tecnologías que resulten inocuas al medio ambiente, las cuales permitan solventar las necesidades principalmente de espacios como la vivienda unifamiliar, volviéndola prácticamente autosuficiente.

En este sentido, se propone compartir con los estudiantes, los conocimientos básicos para el empleo del sol y del viento en la generación de energía eléctrica, tipos de sistemas existentes y disponibles en el mercado, componentes que los integran, normatividad vigente para la interconexión con la red general de alumbrado, leyes para el aprovechamiento de las energías renovables (SENER, 2015, p. 25-53), entre otros asuntos concernientes al empleo de estas fuentes naturales. Es también necesario, contar con información actualizada sobre los alcances que la investigación está logrando año con año en México y el mundo, en materia de nuevos tipos de generadores eólicos, fotoceldas y sistemas concentradores, que pueden emplearse en el ámbito urbano. Sin duda, para decidir la pertinencia del sistema, también ha de tenerse un conocimiento profundo y estructurado, del clima del lugar.

En relación a las tecnologías para el ahorro del agua en las edificaciones, conviene mostrar la gran variedad de muebles y dispositivos que han sido probados en otras latitudes, con el objetivo de disminuir el líquido empleado para la eliminación de desechos humanos (ASCID, 1999), así como su separación una vez utilizado, de acuerdo a la función que se le haya dado, con la intención en primer término, de reciclarlo, y en segundo, de devolverlo a los mantos freáticos, de forma salubre y segura, luego de que haya recibido un sencillo tratamiento. Se tiene la convicción de que, en esta forma, se reduciría el tamaño de las plantas tratadoras de agua residual en las ciudades, las cuales requieren

para su funcionamiento gran cantidad de energía.

Ha de fomentarse en los estudiantes, la contemplación y propuesta en el proyecto mismo, de mecanismos que faciliten la separación de los residuos de forma eficiente, por medio de contenedores y ductos conductores integrados en la construcción, tanto de desechos inorgánicos separados, que puede venderse a compañías que lo reciclan, como de material orgánico útil para la formación de composta y biocombustibles. Ha de mostrárseles que esto es posible, factible y real, además de estar llevándose a cabo desde hace años en ciudades sustentables como Malmö, Suecia (Malmö, 2008). De esta forma, mediante su práctica profesional los futuros arquitectos, incluso pueden contribuir a la reeducación de la sociedad mexicana.

Para coadyuvar con el objetivo anterior, los jóvenes han de comprender el funcionamiento básico de un biodigestor, un humedal artificial, un pozo de absorción, un filtro de flujo ascendente, entre otros mecanismos que se perfeccionan día a día, con el fin de manejar de forma sustentable, los residuos que genera el ser humano en su vida cotidiana.

4. Comportamiento térmico de los materiales

Las estrategias de diseño bioclimático procuran que las edificaciones se adapten al clima de un lugar, echando mano del inmueble mismo y los elementos constructivos que lo integran, como sus muros, cubiertas, vanos, y aleros, que finalmente servirán para lograr un consumo mínimo de energía. Así, considerando todos los elementos anteriores como un conjunto integral, se consigue que la forma, materia y energía del sitio convivan de forma armoniosa, produciendo una arquitectura propia para cada región (Gaytán Ortiz, 2009, p. 107). Incluso, Baruc Givoni, en su carta bioclimática para edificios, consideró el efecto que la propia edificación tiene sobre la temperatura del espacio interior (González, 1986, p. 72-74).

Por lo tanto, es indispensable conocer a profundidad y quizá incluso en pruebas de

laboratorio, los fenómenos físicos que inciden en el comportamiento térmico de los materiales, como el paso del calor, explicado a través de mecanismos básicos de transferencia como la conducción, convección y radiación. Estos fenómenos involucran el contacto entre dos medios a diferente temperatura, ya sean sólidos, líquidos o gaseosos, así como intercambios de energía, de ahí la importancia de entender cómo se presentarán en los diferentes elementos que integran la construcción (Morillón Galvez, 1990).

Si se aprovechan las características de los materiales en base a sus propiedades físicas, pueden proponerse estrategias de climatización pasiva eficaces. Lo que se intenta es lograr el equilibrio entre las condiciones de absorción y restitución térmica de las partes de la edificación y la capacidad de acumulación o pérdida de calor que poseen. Mediante cálculos bioclimáticos se pueden dar soluciones que combinen ambas. (Gaytán Ortiz, 2009, p. 108, 109).

Lo anterior pudiera parecer poco relevante, y sin embargo, investigadores como Enrique Tudela dedicaron buena parte de sus estudios a analizar cómo se comportan materiales característicos de las grandes construcciones contemporáneas, como el vidrio, el cual se ha empleado de forma generalizada, sobre todo para los costosos edificios corporativos, ignorando el comportamiento de la radiación y del número de horas sol características del sitio donde se instala, provocando efectos alarmantes en el clima interior de los inmuebles, de los cuales advirtió el español, al dar a conocer su trabajo hace ya más de tres décadas (Tudela, 1982, p. 185-191).

5. Observación de la respuesta que en la antigüedad se dio en el sitio, a la necesidad de abrigo

Siguiendo la metodología de Olgyay, es muy conveniente dar una vista al pasado, con la intención de recopilar y complementar los estudios que se han hecho sobre las moradas de los antiguos mexicanos, agrupados por regiones y climas semejantes en el país, los cuales dejaron testimonio de que la

antigüedad, los constructores debieron echar mano de su ingenio, para solventar su necesidad de abrigo, siempre tomando en consideración factores del clima, como el viento y el número de horas de sol. Resulta igualmente importante determinar cómo los colonizadores españoles, quienes introdujeron tecnologías distintas, sortearon dificultades como la falta de agua y materiales de construcción con los que estaban familiarizados. Se tiene la convicción, de que este análisis puede aportar información sobre toda una serie de materiales que, hoy podrían ser considerados como reciclables, ecológicos y de fácil obtención en el sitio.

Reflexión final

Las ideas aquí presentadas, han intentado mostrar por qué es necesario iniciar a la brevedad cambios en los programas de estudio relacionados con la formación de futuros arquitectos, con el fin de incluir en ellos principios básicos del diseño bioclimático. Se cree que esto es necesario para contribuir con el propósito de que la disciplina se transforme y su práctica se vuelva más sustentable, cumpliendo así con la misión de preparar profesionales dispuestos a servir a una sociedad que conforme pasa el tiempo, toma mayor conciencia y busca soluciones para aminorar el daño que la actividad del ser humano provoca en el planeta.

Referencias

CONAE. (2007). *Comisión Nacional para el ahorro de Energía*. (C. N. Energía, Ed.) Recuperado de Qué es la electricidad: Sitio web: www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_2045_que_es_la_electrici

Armendariz López, J. (2009). *Comportamiento de la ventilación en un sistema de ventana concentradora*. Recuperado de Biblioteca digital de tesis

de posgrado de la Universidad de Colima:
http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/resumen.php?ID=1711

ASCID. (1999). Saneamiento Ecológico. (F. F. Ebert-México, Ed.) Estocolmo, Suecia: Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el desarrollo.

Benevolo, L. (1999). *Historia de la arquitectura moderna* (8a Edición revisada y ampliada ed.). Barcelona, Cataluña, España: Gustavo Gili, S.A.

Dominique Gauzin-Muller, e. a. (2002). *Arquitectura Ecológica, 29 ejemplos europeos*. Barcelona, Cataluña, España: Gustavo Gili.

Gaytán Ortiz, I. (2009). *Arquitectura bioclimática y ecotécnicas para la vivienda de interés social de la ciudad de Zacatecas*. Zacatecas, Zacatecas, México: Instituto Tecnológico de Zacatecas.

Givoni, B. (1962). *Basic study of ventilation problems in hot countries building research station*. (I. o. Technology, Ed.) Haifa, Israel: Technion.

González, E. e. (1986). *Proyecto, clima y arquitectura*. (U. d. Zulia, Ed.) México, México: Gustavo Gili.

Gómez Contreras, J. (Enero-Junio de 2014). Del desarrollo sostenible a la sustentabilidad ambiental. (U. M. Granada, Ed.) *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 22(1), 115-136.

Gómez Azpeitia, L. (1990). *Método para diseño bioclimático*. (L. Gómez Azpeitia, Ed.) Colima, Colima, México: Universidad de Colima.

Malmö, C. d. (2008). *Making Sustainability Reality*. Malmö, Suecia.

Morillón G. David, S. R. (2002). Atlas Bioclimático de la República Mexicana. *Energías Renovables y Medio Ambiente*, 10, 57-62. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd29/atlas.pdf>

Morillón Galvez, D. (1990). *Diseño de dispositivo y método para medición de conductividad térmica de materiales*. Colima, Colima, México: Universidad de Colima.

Olgyay, V. (1998). *Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. (U. d. 1963, Ed., & E. G. Gili, Trad.) Barcelona, Cataluña, España: Editorial Gustavo Gili.

ONU-Hábitat. (2014-2015). *Reporte Nacional de Movilidad Urbana*. (S. d. Legislatutra, Ed.) Recuperado de <http://www.onuhabitat.org/Reporte%20Nacional%20de%20Movilidad%20Urbana%20en%20Mexico%202014-2015%20-%20Final.pdf>

Osío Cabrices, R. (2011). La arquitectura sustentable llegó para quedarse. (E. HOST, Ed.) *Debates IESA*, 16(3), 73-77.

Pierri, N. (2005). Historia del concepto de desarrollo sustentable. En c. Guillermo Foladori y Naína Pierri, & U. A. Zacatecas (Ed.), *¿Sustentabilidad? Desarrollos sobre el desarrollo sustentable* (Primera Edición ed., p. 27-79). Zacatecas, Zacatecas, México: Miguel Ángel Porrúa.

Ramos Gutiérrez, L. (2012). *La generación de energía eléctrica en México*. Recuperado de SCIELO: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222012000400012

Rivero, R. (1998). *Arquitectura y clima. Acondicionamiento térmico natural para el hemisferio norte*. México, México: UNAM-Dirección Nacional de Publicaciones.

SENER. (24 de Diciembre de 2015). Ley de Transición Energética. *Diario Oficial de la Federación*. (G. d. Mexicana, Ed.) México, México.

Sifuentes Solís, M. A. (2013). *La ciencia de los ámbitos antrópicos*. Trabajo, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Doctorado en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos, Aguascalientes.

Tudela, F. (1982). *Ecodiseño* (Primera Edición ed.). México, México: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Xochimilco.

Vargas Salguero, R. (1989). *Historia de la teoría de la arquitectura: el Porfirismo*. Volúmen III, Tomo II. México, México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

Villagrán García, J. (s.f.). *Obras, Tomo 2, Teoría de la Arquitectura*. (F. d. Arquitectura, Ed.) México, México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Inés del Rocío Gaytán Ortiz

Colabora como docente investigador en la Universidad Autónoma de Zacatecas. En la Unidad de Construcción, como arquitecto, efectuó ininterrumpidamente proyectos ejecutivos para seis campus externos de la UAZ, incluido el Siglo XXI, además de edificios para varias unidades académicas de la institución a partir del año de 2001 y hasta julio de 2012. Obtuvo el grado de Doctora en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos en el CCDC de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, en marzo de 2017. Ha realizado investigación relacionada con estrategias de diseño bioclimático, eco técnicas y patrimonio edificado de la ciudad de Zacatecas.



Política de acceso abierto

La Revista Artificio proporciona un acceso abierto a su contenido, basado en el principio de que ofrecer un acceso libre a las investigaciones ayuda a incrementar el intercambio global del conocimiento. Artificio no cobra ni cobrará ningún cargo a sus lectores por concepto de suscripción, ni a los autores por enviar, procesar o publicar sus artículos.

Como condición de publicación, los autores acuerdan liberar sus derechos de autor bajo una licencia compartida, específicamente la licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a cualquier persona compartir, copiar, transformar y redistribuir el material en cualquier medio o formato bajo los siguientes términos:

- *Dar crédito al autor del texto
- *No hacer uso del material con propósitos comerciales
- *Compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- *Adaptar: remezclar, transformar y crear obras derivadas del material
- *Si se remezcla, transforma o crea obras derivadas del material, se deben distribuir las nuevas contribuciones bajo la misma licencia que la original.



Artificio

Revista en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos

e-ISSN
en trámite
Homepage
<https://revistas.uaa.mx/>

La Biomímesis: más que una herramienta de inspiración para el Diseño.

Biomimesis: more than an inspirational tool for design.

David Sánchez Ruano

Tecnológico de Monterrey

To cite this article:

Sánchez, D. (2019). La Biomímesis: más que una herramienta de inspiración para el Diseño, *Artificio*, 24-36.

La Biomímesis: más que una herramienta de inspiración para el Diseño.

David Sánchez Ruano

Resumen

Saber leer los patrones de la naturaleza demuestra que un diseñador puede reconfigurar su epistemología, ya que está más dispuesto a adoptar un enfoque intuitivo para dar sentido a sus proyecciones, las cuales van más allá de la mera estética. La biomímesis, hoy, es considerada como una disciplina que pretende educar y transformar el comportamiento de la sociedad hacia acciones más sustentables. La historia natural del diseño expresa ese potencial creativo e interdisciplinario para entender el diseño de la naturaleza.

Palabras clave: *Biomímesis, sustentabilidad, ecodiseño*

Abstract

When a designer can read nature patterns means that he/she can reconfigure his own epistemology about design because he/she is more willing to adopt an intuitive focus to give meaning to his/her designs, which will go further than mere aesthetics. Biomimesis, today, is considered as a discipline that pretends to educate and transform the behavior of society towards more sustainable actions. The natural history of design expresses the creative and interdisciplinary potential to understand nature's own design.

Keywords: *Biomimesis, sustainability, eco-design*

Introducción

En la última década una amplia gama de conceptos ha sido traída hacia las disciplinas del diseño, principalmente por las iniciativas de desarrollo sustentable, así como por las propuestas tendientes hacia una vida más ecológica. Producir biocombustibles de *algas*, diseñar *árboles* fotovoltaicos, planear ciudades *metabólicas*, redes sociales *fractales* o invertir en los *servicios que ofrece la naturaleza* son algunos ejemplos de ello. Estas nuevas iniciativas y prácticas han resultado en el desarrollo de una nueva terminología que revela una capa invisible que permea los estudios de diseño que hoy buscan la reconstitución de nuestra cultura hacia la *biocultura*.

Dentro de la Academia de Diseño Industrial de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, existen materias relativas a la sustentabilidad o al ecodiseño que incorporan o reconocen que inspirarnos en sistemas vivientes agrega un valor intrínseco a los productos, ambientes o servicios. Formas, texturas, materiales, colores y funciones encontradas en el micro-macro mundo natural no sólo tienen propósitos físicos o simbólicos, también tienen un propósito cooperativo con el mundo viviente en el que estamos inmersos. Si comenzamos a percibir a los animales, las plantas, los hongos o las bacterias como propios diseñadores o como organismos únicos, como parte de una cultura innovadora, podremos encontrar una conexión directa con todos aquellos patrones ocultos que hoy despliega la 'Era Biológica' (Saffo, 1992, p.16) o Era del Avivamiento (Weber, 2013).

De acuerdo con Benyus (2002), la biomímesis, definida como la *emulación consciente de los genios de la naturaleza*, ha estado presente desde que la especie humana interactúa y participa con los fenómenos naturales (p.3). Actividades como imitar a los gusanos de seda, el vuelo de los pájaros, la transportación de semillas o el

estudio de estrategias de los ecosistemas, para después aplicar este conocimiento a objetos, servicios o comunicación es hoy aún más fácil de integrar gracias al poder de las herramientas digitales y de visualización. La biomímesis, como una disciplina influyente, ha comenzado también a crear redes de participación multidisciplinaria. Intereses comunes en este campo, así como el surgimiento de metodologías innovadoras, hoy comienzan a vincular a diseñadores, ingenieros, científicos, filósofos, futuristas y emprendedores en una dinámica que cruza barreras entre las artes y las ciencias. Esta dinámica contribuye en el entendimiento de la intencionalidad del mundo humano y no humano, llevándonos así a co-diseñar nuestro futuro.

¿Qué pasa entonces si a nuestra pedagogía de diseño incorporamos conceptos y experiencias donde se exploren las capacidades de esos seres vivientes no humanos? ¿Qué pasa si los estudiantes de diseño son expuestos a estudiar semillas, dientes de tiburón, la estructura de un hormiguero o la dinámica de un bosque, en lugar de las últimas tendencias en el diseño? ¿Qué pasa si enseñamos a crear con la naturaleza, no sólo como fuente de inspiración creativa sino como un modelo comprensivo de *vivir en la tierra*? Estas preguntas críticas posicionan a la biomímesis como una *ecotécnica*, que hoy es esencial para comenzar una búsqueda transdisciplinaria para encontrar el fin común entre la biología, la ecología y el diseño.

Actualmente la biomímesis es considerada como uno de los enfoques más visionarios disponibles que nos pueden ayudar a 'resolver los retos de la humanidad' (Porritt, 2007, p.166). Todas las especies que han evolucionado a través de millones de años son sobrevivientes, no por sí mismas, sino gracias a sus interacciones. Imaginativos por necesidad, han resuelto los problemas que vivimos. Por esta razón es que debemos ver todas y cada una de las especies como *modelos, mentores*

y *medida ecológica* (Benyus, 2002, p.4). Este enfoque que aporta la biomímesis nos ofrece no sólo respeto y armonía hacia la naturaleza, sino una perspectiva profunda para ver la tecnología y el quehacer del diseño.

Nosotros, en tanto humanos, debemos adaptarnos a las necesidades de la naturaleza, porque somos naturaleza. Esto demuestra el punto central de la biomímesis: *identificar los principios que rigen la vida*, y subraya el importante rol que ésta juega al educar a las futuras generaciones, particularmente en desarrollar la forma de diseñar *como* naturaleza.

Estamos alcanzando una etapa de la historia en la que aquellos que innovan tecnológicamente comienzan a hacer reverencias a otros organismos. Percatarse de la inteligencia innata de la naturaleza está cambiando el rumbo del Siglo XXI (Frenay, 2006, p.165). Esto lo reafirma el diseñador de producto Geoff Hollington, al sugerir tres tecnologías que están cobrando impacto profundo en esta primera mitad del siglo: el diseño biomimético, la manufactura aditiva y la computación evolutiva (Sánchez Ruano, 2010, p.39); Hollington también menciona que si estas tres tendencias trabajan juntas transformarán la determinista, cartesiana, newtoniana, fría y mecanizada práctica del diseño hacia una nueva fase heurística, flexible, participativa y evolutiva forma de trabajo. Tal reflexión demuestra que la inclusión de la biomímesis es fundamental para el diseño de objetos, servicios, infraestructura y mensajes.

Los nuevos materiales como robots, impresiones 3D, arquitecturas, urbanización e internet anuncian un cambio dramático hacia la sofisticación entre la auto-organización social, la digitalización y la movilidad global, lo que promete reducir los niveles de inequidad, pérdida de biodiversidad y cambio climático. Del mismo modo tecnologías emergentes como la biología sintética prometen traducir la sabiduría de la naturaleza, mientras que la intersección de la ética, y del diseño y sus avances,

abren la puerta a nuevas formas de investigar la influencia de la biomímesis y sus dimensiones dañinas o superficiales, como la modificación genética de plantas y animales. Estas intervenciones requieren respuestas racionales y significantes para impulsar el bienestar de nuestro planeta.

En una entrevista reciente Dayna Baumeister (citada en Eggermont, Hoeller & Mckeag, 2013) subraya que una vez que la biomímesis se establezca en la Academia y más allá, las disciplinas del diseño enfrentarán retos que son más o menos externos a la disciplina. Ella explica que el trabajo de un biomimetista es '*aplicar principios de diseño de una manera más fina* y que sea verdadera para la ciencia, y así mismo usar la experiencia técnica para probar las mejores aplicaciones de aquellas *estrategias encontradas en la naturaleza*' (p.59). Finalmente Baumeister reconoce que los *atributos de un biomimetista* incluyen humildad, honestidad, gratitud hacia la naturaleza e integridad científica, artística (p.60). Con estos atributos podemos ver que el diseño biomimético es capaz de transmitir significados al usuario humano y al mismo tiempo al contexto natural donde se interactúa.

La biomímesis como método de diseño

En la práctica del diseño, la biomímesis implica el uso de los '*principios de la vida*' como herramienta o técnica. Su objetivo es la aplicación de la sabiduría de diversas disciplinas y cosmovisiones en la creación de soluciones. Es integrar diseño, estudios de biología y nociones de tecnologías vernáculos y de vanguardia. Este aprendizaje basado en la vida, que es al mismo tiempo solución creativa de problemas, llama a iniciar nuevas rutas educativas e innovadoras.

La intervención del diseño inspirado en sistemas naturales en cualquier forma o escala, o bien en cuestión de objetos utilitarios o complejos

sistemas de producción, requiere una síntesis crítica; ya sea sobre significados culturales, valores humanos, intención individual, auto realización y pre visualización de consecuencias para alcanzar los niveles adecuados de sustentabilidad y un entendimiento ético profundo.

Podría puntualizarse que la biomímesis es una disciplina que incorpora el estudio de formas, sistemas y procesos encontrados en el mundo natural para guiar hacia soluciones innovadoras y ser aplicada a productos, ambientes, servicios, mensajes y metasistemas. Es entonces, un meta-método que puede ser utilizado para rediseñar nuestras prácticas, tecnologías e incluso el comportamiento social hacia una condición no sólo sustentable sino simbiótica (Sánchez Ruano, 2016). Estructuras, colores, texturas, gestos o acciones recíprocas en toda la biodiversidad representan una intención de comunicar vida en esta biósfera. Los programas de diseño deben, entonces, tomar en consideración estas estrategias metodológicas de beneficio mutuo que la propia biodiversidad nos enseña.

Esta técnica de ver al mundo a través de otros ojos, o bien ponerse en los zapatos de un organismo natural demuestra un incremento en nuestra creatividad y desarrolla nuestra percepción, emociones y clarifica la comunicación de fenómenos. La habilidad para percibir cómo una planta o un animal crean su propio diseño requiere del aprendizaje y del diseño de nuevos métodos para fortalecer la inteligencia, la lectura de significados.

La Naturaleza como mentora de diseño

La naturaleza nos enseña. Muchas veces para generar un diseño incitamos al alumnado, en el aula o taller, a que se inspiren en el mundo natural. Trazar la raíz biológica de un diseño es llevarlo a evolucionar con gracia de la manera más orgánica posible.

Gran parte de la infraestructura que la humanidad ha creado ha sido a través del aprendizaje de la naturaleza. Por ejemplo, la creación de represas observando a los castores; o las plantas que se adaptan para generar sistemas agrícolas, y tienen su raíz en nuestros mentores naturales. Senosiain (2003), igual que otros, cree que la Naturaleza es nuestra *gran maestra* y que su viaje evolutivo a través de millones de años es una *fuentes abierta al conocimiento*. Aprender los patrones y el lenguaje de la naturaleza para plasmarlos en nuestra tecnología se vuelve uno de los grandes retos actuales. Nuestra intuición y necesidad experiencial están determinadas por la sofisticación, y esas instrucciones originales se han perdido en nuestro lenguaje industrial.

Formarnos como una sociedad biomimética requiere redescubrir leyes, procesos rítmicos, simplicidad elegante, formas de energía gratuita y gran respeto hacia el lenguaje simbiótico y los patrones de vida. Esta casi dogmática idea de reciprocidad nos podría liberar y habilitarnos para aprender, ya que al estar inmersos en la naturaleza y con nuestro 'sentido primitivo' (Schauberger, 1999), aprendemos fluir con la vida. Esta intuición excepcional que Schauburger aprendió nos facilita encontrar la verdad de nuestra destrucción creativa para retar nuestra sabiduría. Así mismo lo expresan los ecodiseñadores Jack and Nancy Todd:

Las ecologías de la tierra están integradas en un set de instrucciones que urgentemente necesitamos decodificar y emplear en el diseño de sistemas humanos. Esta vasta inteligencia colectiva, que ha evolucionado a través de eones, necesita ser entendida y utilizada por diseñadores humanos alzando todas las esferas de la sociedad (Wahl, 2006, p. 311).

Su visión es fundamental para el siglo XXI. Sabemos que a través de la biomímesis podemos aplicar esas lecciones de diseño para crear infraestructura, productos y procesos vivientes. Nuestra capacidad humana de reinterpretación y redescubrimiento de la naturaleza es un obsequio, en nosotros queda qué tan humildes podemos ser y manifestarlo a través del diseño.

El concepto de biomímesis se ha expandido a través de una gran variedad de sinónimos, según los cuestionamientos de expertos en diferentes campos, quienes han incorporado sus métodos. Por ejemplo, Jane Fulton Suri, de la consultoría IDEO, usa el término *diseño bioinspirado*, explicando que para ella significa *amplificar los lentes a través de los cuales los diseñadores ven el mundo*. Fulton Suri, cree que la biomímesis *mejora la epistemología del diseño enfocándose en cómo el diseño ocurre, cómo el diseñador piensa y aprende... para llenar los criterios de elegancia, resonancia y dar sentido* (Eggermont, Hoeller & Mckeag, 2012, p.50). El ingeniero Julián Vincent argumenta que el objetivo de la ciencia de la *biomimética*, como él la llama, permanece en un reto para los diseñadores (Eggermont, Hoeller & Mckeag, 2012, p.26); está convencido de que la falta de interés de los diseñadores por investigar a los resultados de la ciencia se refleja en la calidad de sus productos, sin embargo también reconoce el valor potencial del diseñador para entrar en este campo. Por otro lado, Baldwin expresa que la biomímesis es una disciplina aun poco conocida y entendida, y que el reto es hacerla deseable, viable y útil para la sociedad (Eggermont, Hoeller & Mckeag, 2012, p.32). Mientras que el evangelista de diseño John Thackara (2006, p.188), sugiere que debemos enfocarnos en el potencial de cada creatura y al mismo tiempo interactuar con la última tecnología para enfrentar el dilema de la innovación. A través de estas reflexiones notamos la necesidad de ir más allá de los caminos convencionales para abordar el diseño y la biomímesis para un mejor entendimiento

de nuestra verdadera fuente de inspiración y su estudio.

Entonces, si plantas, animales y ecosistemas son nuestros maestros, ¿cuáles son sus lecciones? ¿Cómo podemos ser mejores estudiantes de diseño y aprender de ellos? ¿Son ellos quienes nos guiarán a vivir sustentablemente? Estas preguntas sugieren un redescubrimiento de la naturaleza y un reenfoque en nuestros procesos de diseño: la naturaleza en nuestra principal mentora.

Más allá de la inspiración y la estética significativa

Una inconsciente mimesis de la naturaleza ha sido manifestada a través de los siglos por artesanos y escuelas que han enseñado arte vernáculo. Por generaciones, formas naturalistas o abstractas fueron usadas en ornamentos o artefactos para representar cómo percibimos el mundo que nos rodea. Consecuentemente, en este diseñar *con* la naturaleza existe una paradoja donde yace tanto la dimensión estética como la ética. Foster (Kelly, 1998, p.339) explica que Plotino creía que imitando la belleza de la naturaleza se trascendía la estética, revelando actos hermosos que llenan el espíritu e inspiran la autoestima. A través de esta imitación, Aristóteles encontró fascinantes las formas caprichosas de las fuerzas naturales, mientras que Kant se refirió al *arte ambiental* como producto de una agencia que seguía lo ancestral de la forma: ese proceso genuino que el artista añoraba por estar en comunión con la tierra. Tomar en cuenta esta perspectiva es identificar que vamos más allá de la estética al imitar la naturaleza.

Decoraciones, ornamentos y artificio, son expresiones simbólicas para generar esa réplica -entiéndase diálogo- del mundo natural. Igualmente, pinturas rupestres, decoraciones corporales,

textiles, fachadas, columnas y dinteles encontrados en antiguas civilizaciones, representan la expresión mimética de la especie humana que hace evidente la comunión inconsciente con otras especies.

Esa forma de apreciación era absorbida por nuestros sentidos y manifestada en objetos utilitarios hechos para responder 'en el lugar' a nuestras necesidades, satisfechas, tal vez, con pura intuición al responder con colores, cantos o texturas para representar sensaciones y tomar acciones para replicarlas. Tal vez añoramos esa interacción tan familiar con el mundo.

Seel (Kelly, 1998) argumenta que debemos poner atención a la fluidez de la naturaleza para 'liberar su propia Gestalt', no para crear un estilo: *Seguimos destruyendo este sentido de la belleza de la naturaleza separando nuestro diseño humano por la atracción relacional de la naturaleza [...] esta independencia es causada por saturación no guiada de las apariencias que se presentan ante nuestros sentidos* (p.341). Por otro lado, Seel también expresa la parte ética: *La estética de la naturaleza es simultáneamente parte de la ética para conducir a la vida. Esto nos ilumina en una forma genuina hacia la buena vida* (p.343). Esta filosofía nos lleva a entender la intención de proyectarnos con biomímesis. El diseño biomimético es un desarrollo gradual de nuestra cultura. Sentir la estética de la naturaleza es algo fundamental para el humano: nos da felicidad y genera una *biofília* (Kellert & Wilson, 1995). No podemos corregir a la naturaleza: es lo que más deberíamos apreciar. Esto tendría que enseñarse en la academia de diseño, el sentido común para responder a la ética y estética de la naturaleza.

Esta trascendencia hacia un entendimiento más sensual del diseño natural es lo que nos inspira, ya que conecta nuestras emociones y nuestro sentido común. Un diseño biomimético no puede ser un lujo sin significado, sino ser intuitivo y realmente sentirse.

Esta intención que promueve la biomímesis promete alcanzar 'el diseño y deseo de la naturaleza, lo que nos lleva a una bio-sinergia' (Mathews, 2011, p.386). Montañas nevadas, ríos que fluyen, rápidos colibríes, árboles que cambian con las estaciones, arrecifes de coral floridos...son relatos de la belleza saludable que queremos replicar.

Es importante reconocer que más allá de la apariencia física –desde una simple bacteria hasta el más sofisticado mamífero- existe una aspiración por una continua vida en balance que se mantiene con energía solar, la gravedad planetaria y los ciclos orgánicos e inorgánicos. Es así que si todos los seres estamos en el más alto nivel de evolución biológica, todos estamos luchando por la supervivencia, esa hermosa interacción entre todos los seres que nos invita a adaptarnos y a sobrevivir juntos.

Botkin (2000) antepone su noción de co-diseño enfocado en la necesidad de explorar más allá de la estética física de la Naturaleza y cuestiona los porqués de la emergencia de las formas, los materiales y su relación con nuestras tecnologías. Muchos diseñadores y teóricos han explorado el significado de la inspiración estética de la naturaleza. Por ejemplo, el pionero del diseño industrial William Morris expresaba su cometido en la búsqueda de la belleza. A propósito del trabajo de Morris, Tiezzi (2001, p.16) apunta que en su tiempo la belleza de la historia estaba en crisis, ya que en su lucha en contra de la industrialización, criticaba la artificialidad y el consumo desmesurado. ¿Entonces los oficios, el estudio de los procesos que él generaba de forma orgánica son la correcta progresión hacia la biocultura? ¿Entonces los objetos o edificios, en tanto extensiones del ser humano, pueden ser parte inherente del dinamismo biológico capturado por el diseño?

Con estas cuestiones se despliega la necesidad de reconstituir nuestro propósito natural: ver la imagen de la naturaleza en lo que creamos. Pero

entonces, ¿cuál es la verdadera imagen de lo que somos? Irwin (2004) responde a esta pregunta con otra pregunta:

Si alguien me pregunta ¿por qué los diseñadores deben estudiar la forma natural o por que el significado de la forma es relevante? Respondería: si nosotros entendemos su significado es porque nos expresa como vivir. Nos muestra qué tan graciosa, eficiente, hermosa y cooperativa puede ser, así como venimos al mundo, y del mismo modo nos vamos. Si identificamos el significado de las formas podemos aprender a movernos de la disonancia a la resonancia. La forma natural es 'ser en el mundo 'y está ahí para aprenderse (p.135).

Si las cuestiones tecnológicas, la transformación constante, el consumo y la digitalización son factores que rigen nuestra relación con el mundo, debemos encontrar y aplicar el lenguaje e instrucciones de la naturaleza en la vida cotidiana, es una cuestión ecológica imperativa. La biomímesis por sí sola no creará la sustentabilidad. Cambiar nuestra percepción del *deber ser*, en servicio por el mundo y proyectando belleza, son algunos de los principios filosóficos a reconocer como practicantes de la biomímesis. Emular la belleza de la vida nos debe llevar a abrazar esta libertad y dejar atrás las formas frías, mecanicistas y deterministas de diseñar. Es necesario formarnos como diseñadores reflejando nuestra verdadera humanidad.

Historia bio-inspirada del diseño

Sería absurdo creer que la biomímesis es una práctica nueva. Nuestro ingenio humano ha encontrado inspiración en la naturaleza para la producción de materiales y algoritmos, la construcción de infraestructura, y por supuesto, su eficiencia aplicada en objetos, herramientas y mecanismos.

Hay muchas maneras de explicar el proceso evolutivo de la biomímesis. Si volteamos a la historia encontraremos numerosos ejemplos de diseño o tecnología bio-inspirada. Desde los griegos, intentando explicar la mimesis, hasta la expresión del biomorfismo manifiesto en el Art Nouveau de finales del siglo XIX, o hasta llegar a la sofisticación de la ingeniería aditiva actual.

Incluso podemos encontrar pistas en la mitología griega: Dédalo construyendo sus alas para escapar de Creta representa esta idea de emulación. También hay datos históricos enfocados a la innovación técnica que algunos expertos consideran el origen de la biomímesis. Vincent se refiere a la cultura China en su cometido para imitar la larva de la *Bombyx Mory* (gusano de seda) para producir seda artificial hace más de 3000 años (Sanchez Ruano, 2010, p.52).

Platón y Aristóteles discutían sobre la *mimesis* relacionando aspectos relativos a la apariencia estética de las cosas. Incluso uno de sus discípulos, Demócrito escribió: *imitamos la naturaleza, cuando tejemos imitamos a la araña, cuando edificamos, a la golondrina, cuando cantamos, al cisne y al ruiseñor* (citado en Plutarco). Durante el Oscurantismo Medieval, Santo Tomas de Aquino mencionaba: *ars imitatum natura*, refiriéndose a la simbología que implica imitar lo invisible o lo que se piensa interiormente, como expresión de esa perspicacia (Tatarkiewicz, 2015). Mientras que en distintas culturas indígenas esas herencias naturales milenarias fueron y han sido expresadas en sus técnicas y decoración con toda la simbología y reverencia por el paisaje local, su flora y fauna, que trascendió hasta consolidar su cosmovisión, sus construcciones y hasta su vestimenta –como la de los guerreros y sacerdotes aztecas–.

Si prestamos atención en nuestros predecesores, que se empapaban de los fenómenos encontrados en la naturaleza, podemos mencionar a Da Vinci, Ernst Haeckel, Antonie van Leeuwenhoek, Fibonacci, JG

Wood, Joseph Paxton, quienes con sus exploraciones sobre secuencias de números, construcción de máquinas voladoras o palacios de cristal inspirados en el crecimiento de las plantas, dan cuenta de que siempre hemos buscado esa reminiscencia a la biomímesis, que ha querido trascender en la innovación de nuestras construcciones y artefactos e incluso ha influido en los patrones para trazar ciudades.

En algún punto de la historia máquinas, dinero y labor comenzaron a crear alienación dejando la noción de la Naturaleza como algo externo, algo allá afuera a nuestro servicio. Nuestra forma de urbanizarnos, moviéndonos de pequeñas villas hacia ciudades dio pie a la añoranza entre artistas y poetas, la cual era expresada en sus escritos, pinturas u objetos (Skrine, 1979). Durante los siglos XVI y XVII, en los estilos Barroco y Rococó se introdujo la alegoría de forma irregular y efímera de la Naturaleza, de la cual se buscaba el control. Reflejar el cielo en la tierra influenciado por el catolicismo, representaba la saturación de estructuras de plantas, animales y nubes plasmada en altares, fuentes, cúpulas y mobiliario de madera. La cultura humana marcó una división entre el entorno y los seres a través de la extracción de recursos y el consumo, dejando de lado la reciprocidad que era dada por la naturaleza (Porter, 1997). Para William Morris (1834-1896) la naturaleza estaba presente en cada una de sus creaciones: telas, muebles o papel tapiz que mostraban esa sensibilidad y concepción de calidad de vida; incluso fue considerado uno de los primeros ecologistas, quien expresó alguna vez: ‘un sistema que destruye a la naturaleza se destruirá a si mismo’ (Powers, 1999, p.55), ya que defendía la producción artesanal.

Con la consolidación de las ciencias naturales se reconsideró el dogma sujeto/objeto que representaba la concepción de Naturaleza. Durante el mismo periodo la ciencia casi considerada como una vocación artística ayudó al desarrollo de

métodos y teorías. Aditamentos como microscopios, laboratorios y experimentos demostraban que el ingenio y tecnología eran necesarios para entender a la naturaleza. Campi (Sánchez Ruano, 2010) identifica, que en este periodo ‘el ejercicio de las ciencias naturales estaba consolidado entre las clases intelectuales y sus publicaciones. Arquitectos, artistas y diseñadores se especializaban en botánica o zoología (p.58). Por ejemplo el arquitecto Rene Binet (1866-1911) fue un naturalista que se inspiró en la biología de su tiempo. Sus *Equisses Decoratives* (n.d) exploran los principios fisionómicos y morfológicos que el biólogo Ernst Haeckel (1834-1919) estudiaba en organismos marinos; en aquel tiempo el art Nouveau alcanzaba la producción industrial; precisamente esta corriente ya en inicios del siglo XX trajo consigo el término *biodiseño* (Greenhalgh, 2000) que representaba elegancia, romanticismo y ligereza integrada en las entradas de metro, ventanales, los primeros radios de bakelita y otros nuevos elementos tecnológicos que aun exteriorizaban el mimetismo de la forma orgánica vegetal.

El estilo Art Decó (1925-1940) favoreció la geometría y dejó a lado la complicada forma orgánica; aunque trajo consigo un reduccionismo no abandonó la idea de diseñar con la naturaleza. Esta expresión se observa en los rascacielos de Louis Sullivan (1856-1924) o en los interiores de Charles Rennie Mackintosh (1868-1928) quienes seguían la filosofía de la ‘forma sigue la función’ que perseguía la relación entre la naturaleza y los modernos procesos de manufactura (Powers, 1999). Precisamente uno de los seguidores de Mackintosh, Frank Lloyd Wright (1867 -1959), proclamaba su afinidad con la naturaleza, adoptando la llamada arquitectura orgánica, y describía al saguaro como el ejemplo perfecto de construcción reforzada... ‘un verdadero edificio de economía, funcionalidad y estética efectiva’ (citado en Sanchez Ruano, 2010, p.58).

Durante estas primeras décadas del siglo XX, la Bauhaus también apareció en el mapa, redefiniendo el concepto de diseño y la forma de enseñarlo. La respuesta hacia la industria dada por esta icónica escuela trajo consigo pioneros de diseño como Johannes Itten (1888-1967) y Laszlo Moholy-Nagy (1895-1946), quienes introdujeron ideas contrastantes entre la forma natural y los oficios tradicionales sin abandonar el principio de traer bienestar vinculando la naturaleza y la creatividad humana; aunque posteriormente estaban conscientes de la dominación de métodos más mecánicos. Itten, el new age master, se enfocaba en explorar la creatividad orgánica despertando la sensibilidad entre la naturaleza y el cuerpo humano. Moholy-Nagy, artista y fotógrafo, expresó que el diseño debe seguir ‘las leyes de la vida, las cuales garantizan un desarrollo orgánico’ (citado en Powers, 1999, p.23). Posteriormente Moholy-Nagy compartió la noción de *bio-técnica* (Steadman, 2008, p.156) influenciado por biólogos y futuristas de su tiempo.

Así nos damos cuenta de que a través de la historia bioinspirada se redefinió la importancia de la práctica de la biomímesis, que a partir de la mitad del siglo XX comenzó a fluir de acuerdo con la predisposición y especialización de otras disciplinas.

¿Por qué hoy la biomímesis? El renacimiento de una biotécnica

Dependiendo de la audiencia y el lenguaje técnico utilizado, la biomímesis emerge con una variedad de términos que pueden ser considerados sinónimos: biodiseño, biocibernética, biónica, biomimética o diseño biológicamente inspirado, todos estos aplicados, y se refieren a la técnica de *aprender de la naturaleza*.

Cuando surgió el Styling, como una técnica estética en los años 50, su forma aerodinámica incorporaba

una disposición al biomorfismo. Ahí los estudios aerodinámicos de automóviles, jets y vehículos espaciales excitaban al consumidor. Gotas de agua, pájaros o animales marinos eran las fuentes de inspiración. En ese mismo tiempo, la Cibernética nacía dibujada junto con el conocimiento biológico y técnico (Litinetski, 1975, p.25). De forma contemporánea con la inserción de la electrónica en los años 50, se llamó biónica, con todas aquellas exploraciones militares y de la carrera espacial. Sonares, aerodinamismo, óptica y prótesis, eran también modelos extraídos de la ecolocación de los delfines, la forma de vuelo de las aves o bien la exploración del cuerpo humano. El término biomimética también apareció en 1960. Otto Schmitt (1913-1998) sugería un enfoque más amplio más allá de la parte médica y la robótica.

En cuestión de diseño podemos encontrar ejemplos que manifestaban moverse un poco de la parte tecnológica a la parte artesanal de la biomímesis. Por ejemplo el icónico diseño escandinavo de los años 60 era representado por figuras como Alvar Aalto (1898-1976) and Tapio Wirkkala (1915-1985), quienes rodeados por el paisaje nórdico encontraban en la naturaleza un símbolo de libertad y recursos estéticos en materiales orgánicos, lo cual permanece en el diseño actual de aquella región.

El consumismo y la sobreproducción continuaron dividiendo nuestra cultura en las últimas cuatro décadas, aun la tecnología y la ciencia comenzaron a demandar una ética ambiental que ha generado gran influencia para la incorporación de la biomímesis y la educación. Diseñadores como Buckminster Fuller (1895-1983), Lewis Mumford (1895-1990), Ian MacHarg (1920-2001), Victor Papanek (1923-1998) y Sim van der Ryn (1935-), por nombrar algunos, tuvieron el valor de publicar trabajos para concientizar sobre estos problemas, sugiriendo que las soluciones yacen en el diseño encontrado en la naturaleza.

El día de hoy científicos, ingenieros y diseñadores se vuelven más y más conscientes de la inteligencia y docilidad al estudiar desde simples bacterias hasta interacciones ecosistémicas, aunque la biomímesis puede tocar aspectos de biología sintética al desarrollar tejidos, polinización artificial o geoingeniería. Estos experimentos hoy conciernen en el mundo. Recordemos que hay organismos que son nuestros aliados, como los delfines que nos ayudan a pescar; los pájaros, a comunicarnos a grandes distancias; las abejas, a cultivar o los virus que controlan la producción, retratan la disponibilidad de diseñar con una biotecnología participativa.

Esta historia de la biomímesis da cuenta de la historia natural del diseño. Así mismo todos sus sinónimos buscan encontrar 'puntos comunes' entre diferentes disciplinas (Eggermont, Hoeller & McKeag, 2013, p.136). El término biomímesis permea cada vez más en la cultura contemporánea. Janine Benyus abogada del término, pronuncia la necesidad de establecerla formalmente: 'la biomímesis tiene la marca en las orejas para ser un meme exitoso, en sí, es una idea que comienza a expandirse como un gen que se adapta en nuestra cultura' (Benyus, 2002, p.4). Si bien, integra un enfoque interdisciplinario se refuerza de los principios de sustentabilidad y pensamiento ecológico creando un significado sólido del término.

Este meme se vuelve cada vez más prevalente en el diseño; hoy es incorporado en logotipos, joyería, ropa, edificios e incluso en diseño intangible representado en servicios, sensores y diseño de software. El tren de alta velocidad Shinkansen inspirado por el pico del marlin pescador, las turbinas en tiburones o mantarrayas, la arquitectura en la flora o la fauna local, el mobiliario en el estudio del crecimiento de los árboles -sólo por mencionar algunos ejemplos-, demuestran la sabiduría de la naturaleza en el diseño.

Recientemente, el desarrollo de 'materiales vivientes' ha sido demostrado en el diseño arquitectónico con la aplicación de estructuras neumáticas o fachadas reactivas para adaptarse al cambio climático como es propuesto por Rachel Armstrong (2012). También existen muchos conceptos futuristas en donde las tecnologías de impresión 3D de tejidos o vehículos autodirigibles ya nos son inalcanzables. Mucha de esta sofisticación debe prever consecuencias, pero sobre todo brindar respeto a la naturaleza.

Reflexión Final

Expuesto lo anterior, queda claro que la biomímesis no es una moda. Debemos cuidar la doble moral que conlleva diseñar como naturaleza, no sólo productos contaminantes y fugaces sino significantes. La información sobre especies está disponible pero hay que comunicarla, darle forma, significado viviente. Hoy más que nunca se requieren esfuerzos colectivos entre ingenieros, biólogos, diseñadores y ciudadanía que busquen respuestas, integren un lenguaje común y aporten soluciones tecnológicas para el bien de todos.

Conocer los límites de biomimétismo requiere revisar el diseño original, la historia natural y una crítica que inspeccione las tendencias actuales para ser un diseñador completo. Ser un practicante de biomímesis requiere conciencia y sensibilidad, así como ser capaces de imitar la vida de otro organismo para resolver problemas humanos implica integrar esa sabiduría para revivir las enseñanzas de la naturaleza en nuestra mente biomimética.

El reto para los creativos (llámese ingenieros, diseñadores, arquitectos o desarrolladores) es explorar los principios que rigen la vida, los cuales generan más vida y no destruyen nuestro contexto real: esta tierra viviente en donde queremos

trascender, en donde descubrimos secretos para el desarrollo de nuestro intelecto y en donde hoy buscamos innovación responsable. Cuando el ingenio no humano es reconocido, el campo está listo para la creación de un buen diseño natural, un diseño para el bien común, en simbiosis con el mundo viviente.

Referencias

- Armstrong, R. (2012). *Living Architecture: How Synthetic Biology Can Remake Our Cities and Reshape Our Lives*. Kindle Edition. TED Books
- Benyus, J.M. (2002). *Biomimicry: Innovation inspired by nature*. New York: HarperCollins.
- Botkin, D.B. (2000). *Forces of Change: A New View of Nature*. Washington, D.C: National Geographic Books.
- Eggermont, M., Hoeller, N., & Mckeag, T. (2012). Interview with Jane Fulton Suri, Julian Vincent y Jay Balwin. *Zygote Quarterly*, 1, 24-51.
- Eggermont, M., Hoeller, N., & Mckeag, T. (2013). Interview with Dr Dayna Baumaister. *Zygote Quarterly*, 5, 54-67.
- Eggermont, M, Hoeller, N & Mckeag, T. (2013). Proposal: Developing a common ground for learning from nature. *Zygote Quarterly*, 7, 136-146.
- Frenay, R. (2006). *Pulse: How Nature is inspiring the Technology of the 21st Century*, London: Little Brown & Company.
- Greenhalgh, P. (2000). *Art Nouveau 1890-1914*. London: V & A Publications.
- Irwin, T. (2004). *Holistic Science: Holistic Design* (Disertación Maestría). Devon: Schumacher College/ University of Plymouth.
- Kellert, S.R. & Wilson, E.O. (1995). *The Biophilia Hypothesis*, Washington, D.C: Island Press.
- Kelly, M. (1998). *Encyclopedia of aesthetics*. New York: Oxford University Press.
- Litinetski, I.B. (1975). *Iniciación a la Biónica*. Barcelona: Barral.
- Mathews, F. (2011). *Towards a Deeper Philosophy of Biomimicry*. *Organizational Environment*, 24, 364-387.
- Plutarco, (1980). *De sollert*. Madrid: Gredos.
- Porter, R. (1997). *Rewriting the Self: Histories from the Renaissance to the Present*. London: Routledge.
- Porritt, J. (2007). *Capitalism as if the world matters*. London: Earthscan.
- Powers, A. (1999). *Nature in Design*. London: Conran Octopus Ltd.
- Saffo, P. (1992). *Paul Saffo and the 30 years rule*. *Design World*, 24(1), 16-23.
- Sánchez Ruano, D. (2010). *Diseño y Biomimética. Simbiosis para la innovación sustentable* (Disertación Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México. (p. 39,52, 58) Consultado en http://oreon.dgbiblio.unam.mx/F/7JDVJLUGD5EYB14NSP9A4FRXT4ANPHT5BGYBKHLR1QNYU1CD2K-62207?func=full-set-set&set_number=005597&set_entry=000005&format=999
- Sánchez Ruano, D., 2016. *Symbiotic design practice: designing with-in nature* (Tesis Doctoral). Scotland: University of Dundee. 273-302. Recuperado de <http://discovery>.

dundee.ac.uk/portal/en/theses/symbiotic-design-practice(4c3d61c4-5524-45be-8662-8fdabe2517b0).html

Schauberger, V. (1999). *Nature as Teacher: New Principles in the Working of Nature*. Bath: Gateway.

Senosiain, J. (1998). *Bio-Architectura*. México: Limusa

Skrine, P.N. (1979). *Baroque: Literature and Culture in Seventeenth Century Europe*, New York: Holmes & Meier Publishers.

Steadman, P. (2008). *The Evolution of Designs: Biological Analogy in Architecture and the Applied Arts*, Rev. Ed. London: Routledge.

Tatarkiewicz, W. (2015). *Historia de seis ideas: arte, belleza, forma, creatividad, mimesis, experiencia estética*. (2ed.). Madrid: Tecnos.

Tiezzi, E. (2001). *Nature as Model*. Domus Magazine, 14–19.

Thackara, J. (2006). *In the Bubble: Designing in a Complex World*. Cambridge: MIT Press.

Wahl, D.C. (2006). *Design for human and planetary health: A holistic/ integral approach to complexity and sustainability* (tesis doctoral). Scotland: University of Dundee.

Weber, A. (2013). *Enlivenment: Towards a fundamental shift in the concepts of nature, culture and politics*. Berlin: Heinrich Böll Stiftung.

David Sánchez Ruano

Profesor investigador en México. Es cofundador de la red Biomimicry UK. Es juez en el concurso Global Biomimicry Design Challenge. Realizó su doctorado en el Centre for the Study of Natural Design de la University of Dundee, en Escocia. Actualmente desarrolla nuevos programas de educación en el área de la biomímesis y diseño industrial y ofrece consultoría en el desarrollo de productos y servicios bioinspirados. Su blog de investigación: biomimeticdesign.wordpress.com



Política de acceso abierto

La Revista Artificio proporciona un acceso abierto a su contenido, basado en el principio de que ofrecer un acceso libre a las investigaciones ayuda a incrementar el intercambio global del conocimiento. Artificio no cobra ni cobrará ningún cargo a sus lectores por concepto de suscripción, ni a los autores por enviar, procesar o publicar sus artículos.

Como condición de publicación, los autores acuerdan liberar sus derechos de autor bajo una licencia compartida, específicamente la licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a cualquier persona compartir, copiar, transformar y redistribuir el material en cualquier medio o formato bajo los siguientes términos:

- *Dar crédito al autor del texto
- *No hacer uso del material con propósitos comerciales
- *Compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- *Adaptar: remezclar, transformar y crear obras derivadas del material
- *Si se remezcla, transforma o crea obras derivadas del material, se deben distribuir las nuevas contribuciones bajo la misma licencia que la original.



Artificio

Revista en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos

e-ISSN
en trámite
Homepage

<https://revistas.uaa.mx/>

Transdisciplinariedad de Ing. Civil y Agroindustrial: temas de convergencia.

Transdisciplinary Civil Engineering and
AgroIndustry: converging topics.

Lorena Vargas Rodríguez

Sergio Jacinto Alejo López

Rosalba Fuentes Ramírez

Universidad de Guanajuato

To cite this article:

Vargas, L. Alejo, S. Fuentes, R. (2019). Transdisciplinariedad de ing. Civil y agroindustrial: temas de convergencia, *Artificio*, 37-48.

Transdisciplinariedad de ing. Civil y agroindustrial: temas de convergencia.

Lorena Vargas Rodríguez
Sergio Jacinto Alejo López
Rosalba Fuentes Ramírez

Resumen

Se presenta una breve introducción a la Ingeniería y la relación existente entre la Ingeniería Civil y la Agroindustrial, desde el enfoque de una propuesta del uso de materiales sustentables agroindustriales para su empleo en el desarrollo de elementos de las obras civiles; lo anterior con la finalidad de obtener productos que minimicen el deterioro ambiental. En este contexto se ha establecido un ámbito de colaboración multi y trans disciplinario entre la Universidad Autónoma de Aguascalientes y la Universidad de Guanajuato.

Palabras clave: *Agroindustria, ingenierías, construcción*

Abstract

This article presents a brief introduction to engineering and the relationship between Civil Engineering and Agroindustry, from the perspective of the use of sustainable agroindustrial materials with the objective of minimizing environmental deterioration. From the former perspective, multi and transdisciplinary collaboration has been established between the Autonomous University of Aguascalientes, and Guanajuato University.

Keywords: *Agroindustry, engineering, sustainability*

Nace la Ingeniería

Si nos preguntáramos, desde cuándo está presente la Ingeniería en la sociedad, la respuesta es: antes que surgiera esta última. En la historia de la humanidad, el hombre en sus primeros pasos tuvo que enfrentarse a construir su propio refugio para protegerse del entorno, abandonando los refugios naturales, originando su propia arquitectura, por lo que la historia de las construcciones es tan antigua como la humanidad misma (Calcerrada, 2010, p. 3). En este comienzo de la civilización, el hombre tuvo que utilizar medios materiales naturales específicos, crear y usar mínimas herramientas, como medida de sobrevivencia. Fue así, que debieron de ocurrir un sinnúmero de intentos estructurales a partir de innumerables materiales recolectados en su hábitat.

Ingeniería como disciplina

En la actualidad, la Ingeniería lejos está de ser solamente un oficio propio de hombres duros y bruscos con poca inclinación a la vida social, como es trabajando en la profundidad de una mina, abriendo caminos en los montes y selvas, inspeccionando el cuarto de máquinas de un barco en alta mar, pernoctando en tiendas de campaña en terrenos inhóspitos, atendiendo incidencias en la línea de producción en altas horas de la noche, reparando contingencias en una plataforma petrolera en el océano, siempre haciendo mediciones y utilizando instrumentos complicados para tomar decisiones los altos mandos.

A partir del siglo XXI las características del Ingeniero han conformado los ámbitos de su formación académica, personal y social-humanista, como es la disposición de los instrumentos conceptuales y las habilidades mentales, las cuestiones metodológicas en la investigación científica, la actitud de servicio, la capacidad de expresión, la conciencia en los valores como es la dignidad humana, colaboración en

equipo, compromiso con los problemas nacionales e internacionales, la sustentabilidad, así como los deberes cívicos y éticos (Tavera, 2000).

La Ingeniería como disciplina científica no muestra un campo cerrado ni exclusivo de un grupo específico de profesionistas, más bien está sujeta a cambios intensos y variados para su propio crecimiento y supervivencia, señala Morin (s/f) que una disciplina es una categoría organizacional en el seno del conocimiento científico; ella instituye allí la división y la especialización del trabajo y ella responde a la diversidad de los dominios que recubren las ciencias (p. 1). Para el caso de la Ingeniería aun cuando está ligada a entes de conocimientos científicos más amplios, tiende al equilibrio de su autonomía, establece sus límites mediante su lenguaje y conceptos, sus técnicas y sus teorías. Debemos estar atentos y cuidadosos, de no cerrar la concepción de la Ingeniería al territorio de su propia disciplina con un sentido de propiedad y de aislamiento, de prohibición al exterior con otras disciplinas distintas. Se necesita lo que Morin (*ibíd.*) reconoce como “una mirada naif de amateur”.

Primeras obras de construcción, primeros materiales y primeras herramientas

Por otra parte, hablando de los productos que la Ingeniería de la construcción entrega a la sociedad, resulta ser un imposible número de obras para enunciarse mínimamente a lo largo de la evolución, incluso si son las de amplia relevancia para todos los tiempos; podría ser más adecuado indicar los tipos de construcción a través de la necesidad que satisfacen, pero profundizar en esto, escapa al enfoque del presente escrito.

Construcciones como refugios, andamios, puentes y caminos para acercarse al agua y los alimentos pueden considerarse como los más emergentes en el curso de la historia, más tarde diversificaría

en pos de satisfacer otras necesidades (para la accesibilidad a plantas medicinales o ceremoniales, al alimento para su ganado, etc.), otras veces se construiría para alejarse, y/o protegerse de riesgos e incluso (templos y tumbas) para rendir culto a sus deidades y monarcas. Con el sedentarismo (hacia el año 8,000 A. C.), avanzaría en la preparación de los primeros aljibes para captación de agua, desviación o canalización de la misma (con el comienzo de la agricultura) y cercos que resguardaran a los animales de los que se beneficiaría. Todo esto, tan solo por enunciar las bases de las construcciones ancestrales, “haciendo uso certero” por ejemplo de los elementos naturales del entorno inmediato, orientado por la luz del razonamiento y de una “primitiva matemática”, que estaría asistida de enorme experimentación a prueba y error, pero que con el pasar del tiempo, un día se consolidó como consecuencia de la “constante observación”. Así nacería la Ingeniería, como el conjunto de conocimientos y técnicas al servicio del hombre, en su acepción más simple.

La civilización griega crea un tipo nuevo de personalidad: el pensador, el hombre “que piensa”, que tiene ideas propias o sabe imprimir un sello personal a los conocimientos que adquiere de otros. Ese ser “pensador”, suplanta al “sabedor de cosas”, encuentra el camino de la demostración para asegurar la viabilidad de un sistema, cuyos miembros se encadenan de manera lógica, e inventa (...). (Calcerrada, 2010, p. 5).

A saber, las plantas fueron de las primeras proveedoras de estos elementos de construcción, destacando algunas partes anatómicas como las hojas (de todo tipo de palmas), vástagos florales (escapo o qurote de agaves), troncos maderables (pinos, encinos, roble, mezquite), tallos ahuecados (bambú, carrizos) y tallos de herbáceas (patas de cereales), éstos últimos aportando fibras para mezclarse con otros elementos como arcillas; son solo algunas ejemplificaciones generales. El

aprovechamiento de estos recursos materiales surge por conveniencia del incipiente hombre sedentario respecto a la facilidad de la identificación, ubicación, extracción, traslado y manejo de los mismos; ante la necesidad de construir un hábitat apropiado para el desarrollo de esa nueva forma de vida (sedentaria), ahora sustentada por las nacientes actividades agropecuarias (Moralejo, Kavanagh de Prado y Quesada, 2015, p. 122).

Otro elemento quizá no tan emergente, serían los pigmentos, que al agregarse o superponerse a todas esas construcciones brindarían paisajes agradables, y fortalecería la identidad y personalidad del individuo y de las culturas.

Un material para elementos estructurales que merece destacarse, es sin duda la madera. Así Llana y Fernández (2012) afirma: “la madera que llegó a utilizarse indiscriminadamente teniendo una tendencia exponencial a través de diversas etapas, desde el hincado de pilotes hasta los acabados ornamentales y de consumo” (p. 20). Refiriéndose a la Cd. de México en sus comienzos de construcción (1519-1525), señala los problemas de deforestación y desertificación del cinturón de bosques, antiguo orgullo prehispánico (p. 18) y como dato curioso, el caso de la viguería de la casa de Cortés, consistente en aproximadamente siete mil vigas de cedro.

El desarrollo de la antropología, definida como el estudio de los carbones recuperados en contextos arqueológicos; y las cartas descriptivas o diagramas que se establecen a través de la historia, han sido una herramienta valiosa que ha permitido atestiguar el empleo de taxones leñosos específicos para cubrir las diferentes necesidades (construcción del hábitat con maderas flexibles y muy resistentes, combustible, alimento de ganado, elaboración de utensilios, entre otras) (Badal, 1988). La antropología, adicionalmente aporta la contribución botánica de las especies vegetales (por ejemplo, la abundancia, distribución,

biodiversidad, etc.) utilizadas por el hombre de acuerdo a los periodos y eras geológicas en las que lo acompañaron.

El periodo Neolítico supone el inicio de la agricultura y la ganadería. Si bien en los periodos anteriores (Paleolítico, Mesolítico) el hombre tiene un conocimiento del medio que habita, en estos momentos pasa a tener un dominio sobre él (Rementeria, 2005). Es así como surgen las especies vegetales y animales antrópicas para su conveniencia. Esta nueva economía conlleva un cambio de vida, que se refleja en la cultura material pero también en el paisaje vegetal.

La Ingeniería ha estado allí siempre desde los primeros albores de la civilización como se menciona, desde el *Homo habilis* con su herramienta simple construida (piedra afilada), y luego el *Homo erectus* con su herramienta más compleja y sofisticada que su antecesor (tipo hacha de mano), quienes con sus instrumentos crearon la equivalencia a lo que hoy llamamos tecnologías, porque en esencia fueron desarrolladas por ingenio humano con el fin de facilitar el alcance de una solución, que tendría el beneficio del individuo y grupo (luego sería el hombre y la sociedad).

Llanas y Fernández (2012) afirma: Era el s. XVI para México, en la capital Republicana y los muros, en su gran mayoría se construían de los materiales tradicionales con pocas diferencias en las técnicas; tal es el caso de las paredes de adobe, donde fue común añadirle a la arcilla tepalcates para aumentar su resistencia, o zacate, paja o pelo de animales para lograr su cohesión y contribuir a la tolerancia en zonas de alta sismicidad. También fue común recurrir a refuerzos angulares prehispánicos a base de carrizos en forma de varillas, con lo cual funcionaban como disipadores de energía. Los muros de mampostería, que llegaron a ser más

abundantes que los anteriores, se elaboraban con morteros ricos en cal para incrementar su durabilidad y elasticidad, con lo que lograban absorber grandes deformaciones (p. 9).

Zona de confort de las satisfacciones humanas vs problemas ambientales: nacimiento de la Ingeniería flexible y sustentable

Ante la pregunta, de por qué se deslindó el uso de materiales naturales (orgánicos) en la construcción, podrá haber diversas respuestas; sin embargo, aquí se discute la zona de confort para la sociedad como demandante de edificaciones con elevados estándares de calidad en todos los aspectos destacando los materiales propios, pero con el menor costo económico. La pura conciencia ambiental, reflexionada para aquellos materiales altamente contaminantes (de aire, agua, suelo y salud, incluso del mismo humano) como productos terminados o desde sus procesos, aún no ha alcanzado a ser suficiente para alejarse de forma significativa de estos abastos y optar por alternantes biológicos-orgánicos o naturales.

Tan solo la obtención de cemento para fabricar concreto implica un alto consumo energético y grandes emisiones de gases, lo que lo convierte en un material costoso y contaminante. Heldriks (como se citó en Fuentes, Frago y Viscaino, 2015, p. 100), afirma que la industria del cemento, a escala mundial, tiene el 2 % del consumo global de energía y el 5 % del consumo global de energía industrial, en tanto Vanderley (Fuentes et al., 2015, p. 100) señala que eso genera aproximadamente una tonelada de CO₂ por cada tonelada de clinker dependiendo de la eficiencia de la planta.

Sin embargo, ante esto surge la esperanza, de sino es la conciencia ambiental por los problemas que se generan lo que empuje a virar, será la misma sociedad insaciable y demandante de innovadores materiales, que ofrezcan los más sorprendentes atributos, así estamos ante la era de los “Smart materials”, “nano” y ecológicos (que se resisten a quedar en solo una moda). Es aquí donde resurge espacio de proyección para los materiales con origen natural en las edificaciones, como ocurrió en los orígenes de la civilización, pero bajo el cobijo de una civilización avanzada en conocimientos y desarrollos tecnológicos que identifiquen, recuperen y apliquen esos materiales.

Méndez y Payá (como se citó en Fuentes et al., 2015), afirman “que en algunos casos se podría sustituir el cemento por adiciones de residuos agroindustriales, con muy buenos resultados” (p. 100).

Paradójicamente, el medio ambiente cobra a esta misma sociedad el abuso en la explotación de los recursos naturales, la desenfrenada actividad humana (como un ejemplo con su industria de química sintética, comprendiendo toda la gama de industrias satelitales), ha provocado el desequilibrio meteorológico, mismo que ahora exige “el desarrollo de nuevos materiales, diseños, tecnologías, etc.”, que hagan frente a esas adversidades (como lluvia ácida, contaminación aérea, sismos y varios otros factores climáticos), pues ponen en riesgo, incluso sus más preciadas obras ingenieriles.

Afortunadamente, la necesidad de “crear” distingo del Homo sapiens sapiens como medio para trascender, compromete al humano en el ámbito de la Ingeniería a desempeñarse con enorme aspiración de salir victorioso, ante los grandes retos que hoy día se presentan. La propia naturaleza de superación que conlleva el confort, estética y la mejora de la calidad de vida, pasando por supuesto por la solución a todo aquel problema que aqueje al

humano, debe hacer de la Ingeniería una disciplina con fronteras disolubles que transversa a otras áreas, esto es una Ingeniería flexible, con el único afán de alcanzar su cometido.

Es oportuno destacar, que brindar solución a algunos de los problemas, alcanzar el confort, la mejora de la calidad de vida e incluso la estética tendrán que adquirirse en un marco de respeto al medio ambiente y/o uso sustentable. Así, Torres, Álvarez y Obando (2008), señalan el nuevo perfil del Ingeniero que pretende satisfacer los requerimientos del desempeño profesional, los niveles científicos y generar nuevos conocimientos, con una alta significación social y la preservación del medio.

En la actualidad, la investigación, la transferencia de tecnologías, los nuevos materiales de Ingeniería y la utilización de los residuos industriales generados tienen un papel importante para el desarrollo, al generar innovación y mejora que fortalecen la producción de productos y la prestación de servicios amigables con el medio ambiente (Fuentes et al., 2015). Así, la Ingeniería flexible debe tener además, característica vanguardista, sin miedos a introducir materiales ecológicos y/o naturales. No obstante, el camino hacia la flexibilidad en la Ingeniería como en otras disciplinas no ha sido sencillo, en algunos casos ni se ha comenzado.

La Ingeniería y la disciplinariedad

La disciplinariedad aparece en tres modalidades: interdisciplinariedad, la polidisciplinariedad y la transdisciplinariedad. La primera se refiere según Morin (*ibíd.*) a que diferentes disciplinas se sientan en una misma mesa o también puede ser un intercambio y cooperación; la polidisciplinariedad, que constituye una asociación de disciplinas en virtud de un objeto que le es común y la transdisciplinariedad, que trata de esquemas

cognitivos que pueden atravesar las disciplinas. Estas cuestiones de las disciplinas son complejas y deben estar articuladas, es decir, tomar en cuenta el contexto cultural y social y considerar lo metadisciplinario, que pretende que una disciplina sea a la vez abierta y cerrada, se supere y se conserve; y se disponga de saberes que respondan de manera confrontada a las necesidades del hombre (Morin (s/f), p. 8).

En la actualidad, existe una necesidad imperiosa de Ingenieros formados para la convivencia en la paz, la ciudadanía, la tolerancia en la diversidad de opiniones, las ideologías y contar con “una cualidad interdisciplinaria para dar apertura a otras áreas del conocimiento” con distintos enfoques y tener “soluciones más duraderas y pertinentes”.

La Agroindustria y la Ingeniería Civil. Ejemplos de convergencias

Hablar de la Agroindustria en las obras de Ingeniería Civil, es un asunto complejo que ha sido mínimamente atendido en escritos (pero este es justo el motivo del presente documento), habrá más antecedente sin duda de la Ing. Civil en la Agroindustria. Qué para la interpretación los autores del presente documento, eso debe enfocarse a las obras ingenieriles (comprendiendo el diseño, construcción, mantenimiento, etc.) de edificaciones como plantas agroindustriales en las que ocurren las transformaciones de los productos agropecuarios. Sin embargo, haciendo la investigación documental se encontró que incluso existe una licenciatura que fusiona los términos de esos dos campos disciplinares, en la denominada “Ingeniería Civil en la Agroindustria” (<http://ww2.educarchile.cl/Portal.Base/Web/VerContenido.aspx?GUID=bf8e0974-917-41a2-8429-5ce4320c7b67&ID=77405>; recuperado el 7 de julio de 2017), impartida en dos instituciones:

la Universidad Tecnológica Metropolitana y la Universidad de Frontera ambas con Sede en el país de Chile. Al revisar la descripción de la Licenciatura que a la letra dice:

“La especialidad de este profesional lo habilita para ejercer en el sector agroindustrial en sus aspectos funcionales tales como planificación, programación, dirección, simulación, optimización, supervisión y evaluación de procesos productivos en la agroindustria bajo una norma de calidad integral en las empresas Agroindustriales (agrícola, forestal, ganadero, u otro).”

escapa esa directriz al enfoque del escrito que los autores buscan para la ocasión, es decir que la fusión se refleje en los conceptos más allá de los términos y sea “la agroindustria en la construcción” en todo momento la orientación.

Así, el objetivo del presente escrito, es discutir y presentar las convergencias y forma o mecanismos como se entretajan, transversan y complementan las disciplinas de la construcción con la rama agroindustrial (en un esfuerzo multidisciplinario que aún no termina de surgir). Pudiera no ser complejo, si solo se enfoca la atención a lo tangible que aporta la Agroindustria en este análisis de fusión; por ejemplo, destacar los productos, subproductos y/o residuos agroindustriales y agropecuarios como “verdaderos materiales de la construcción”, para el desarrollo de las obras civiles. A reconocer, de estos nuevos e innovadores materiales sus particularidades de naturaleza orgánica, que hace de sus propiedades una nueva ventana de exploración, en especial ante la enorme necesidad del mundo para operar en un espacio de sustentabilidad.

Una amplia aplicación de estos materiales, son el caso de las fibras vegetales (producidas para el propósito o recuperadas de los desechos agrícolas

o agroindustriales) que han sido utilizadas en la industria de la construcción civil. Directamente, incidiendo en los llamados “materiales de refuerzo” de componentes constructivos, reforzando matrices frágiles como “compósitos” según John (como se citó en Savastano Jr., Rosario, Flores y Araujo, 1999).

Aun cuando no es la intencionalidad del presente trabajo referir la importancia social significativa, de impulsar la producción agropecuaria y agroindustrial de estos materiales con origen vegetal, es imposible pasar por alto que en variadas ocasiones son además, especies antrópicas (como el sisal, lechuguilla y arroz (*Agave sisalana*, *Agave lechuguilla* y *Oriza sativa*), que explícitamente presentan enorme importancia cultural para uno o muchos países y son motivo de la generación de empleo hacia regiones agrícolas muy subdesarrolladas). En el campo operativo pueden pasar a ser investigadas como alternativas destinadas a la construcción de interés social, por presentar determinadas ventajas como: gran disponibilidad de esa materia prima, bajo valor de mercado y posibles propiedades mecánicas de los compósitos resultantes, significativamente superiores a las de la matriz sin refuerzo, en esto último la capacidad de refuerzo para diversas fibras (sisal, coco, eucalipto y banana) se mostró significativamente superior en ensayos de flexión, con resistencia a la tracción y energía de fractura muy por encima al patrón (polipropileno) para argamasa con cementicio y 2% de la fibra correspondiente (Savastano Jr. *et al.*, 1999).

Un asunto polémico de estas materias primas (fibras vegetales) ha sido la durabilidad; sin embargo, han surgido reportes qué introduciendo un tratamiento con polímeros, hidrorrepelentes o mineralizaciones con resinas, aceites, asfaltos o soluciones base de silicato de sodio y sulfato de aluminio y dependiendo de la fibra, mejoran ese atributo de calidad, incluso a semejanza de otros sistemas constructivos

compatibles (Guimaraes, Bernaldo, Agopyan y John como se citaron en Savastano Jr., 1999).

Un segundo elemento derivado nuevamente de los recursos vegetales, lo aportan “las cenizas”, en la fabricación de bloques ecológicos de construcción en mampostería reemplazando al “cemento Portland” (Fuentes *et al.*, 2015), que nuevamente brinda la posibilidad de establecer un amplio desarrollo sustentable. Fuentes *et al.* (2015), concluyen con su experimentación que es viable en Colombia el uso de las adiciones de cenizas de cáscara de arroz (15 %), para fabricación de bloques de concreto tipo comercial de doble hueco (con 28 días de curado); como propuesta efectiva para la reutilización de estos residuos, que sirven hacia el desarrollo de materiales más competitivos, técnicos, económicos y amigables al ambiente. La evaluación de calidad, que reportaron estos autores fue referida a las normas NTC 4076 y ASTM C129 (relacionadas a procedimientos de unidades bloques y ladrillos de concreto no estructural en Colombia); no obstante, que los bloques no cumplieron la NTC, sugirieron por la densidad (1.30 g/cm³) y resistencia mecánica (0.358-1.439 MPA) resultantes similares a los comerciales el uso como componentes de construcción liviana no portante. Las cenizas incrementaron la resistencia a la compactación, en un papel como aglomerante puzolánico.

El último elemento de origen vegetal que sigue en investigación para su aplicación en la industria de la construcción es el mucílago de nopal, comúnmente denominado baba de nopal. Es una sustancia polimérica altamente hidrofílica, con característica de alta viscosidad a bajas concentraciones, por lo que resulta en un atractivo aditivo con función de consolidante en las formulaciones de morteros, concretos, etc. o adhesivo en pinturas. De esta forma, existen innumerables reportes de su uso en las llamadas pinturas base cal, con formulaciones

muy ancestrales; adicionalmente, otro sector potencial es la restauración de inmuebles de alto valor cultural pertenecientes a grandes culturas antiguas. Su fácil extracción desde la fuente del nopal (en un medio acuoso), la abundancia de su fuente vegetal (más de 220 especies de nopal en el mundo identificadas y clasificadas, y unas 60 a 90 para México como endemismo (Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad (CONABIO), 2017), los bajos costos, sencilla manipulación podrían revalorar a esta sustancia para este sector de edificación en tiempos de aspiración por lo sustentable.

Nuevamente, es una materia prima con la válida recuperación de esta sustancia de desechos de nopal de las diferentes agroindustrias o producciones agrícolas.

En la Tabla 1, se presenta un listado de algunos materiales de origen vegetal reportados con potencial para aprovecharse en la industria de la construcción.

Otros materiales comentados en Fuentes et al. (2015), es la cáscara de arroz, cenizas de rastrojo de maíz, cenizas de hoja de maíz-bagazo de caña y ceniza de coco-pepino.

Experiencia de vinculación entre universidades hermanas: UAA y UG representadas por la Ing. Civil y la Agroindustrial respectivamente

Esperando no parecer una experiencia presuntuosa, ni presentar un instructivo para que se construya la vinculación entre los miembros de dos disciplinas en apariencia con poca afinidad, se hizo la reflexión sobre los aspectos que han permitido realizar una colaboración estrecha no solo de equipo de trabajo, sino una fusión en el campo mismo de las Ingenierías.

La Ingeniería Agroindustrial, reiteradamente se ha comentado ampliamente en este escrito qué a través

Material utilizado	Producto en la construcción y propiedades otorgadas	Cita
1. Fibra de hoja de agave “sisal” (<i>Agave sisalana</i>)	1-4 Refuerzo en matrices (compósitos fibrosos) frágiles de cemento escoria básica granulada de alto horno. Presentan elevada resistencia a la tracción, pero el módulo de elasticidad fue menor que el de las matrices cementicias.	Savastano Jr. et al., 1999
2. Fibra de fruto de coco (<i>Cocos nucifera</i>)		5Fuentes et al., 2015
3. Pulpa de celulosa de eucalipto (<i>Eucalyptus grandis</i>)	5Bloques de cemento no estructural, tipo comercial doble hueco de 6.3 kg. Las cenizas adicionadas (15%) como sustituto parcial del cemento Portland gris tipo I comercializado en Colombia. Incrementan la resistencia a la compactación.	6Vargas et al., 2014
4. Fibra del tallo de bananera (<i>Musa cavendishii</i>)		
5. Cenizas de cáscara de arroz (<i>Oriza sativa</i>)	6Pintura de nopal base cal. El mucílago adicionado como adhesivo.	
6. Mucílago de nopal (<i>Opuntia spinulifera</i>)		

Tabla 1. Materiales derivados de producción agrícola o agroindustrial (productos, subproductos y/o desechos) utilizados en la construcción civil.

de su ejercicio, genera productos, subproductos e incluso residuos que pueden ser utilizados en el sector de la construcción. Así, en la Universidad de Guanajuato en trabajo de investigación se han tenido diversas publicaciones científicas y patentes en trámite en torno a materias primas como:

1) El mucílago de nopal con su función de adhesivo en formulación de pinturas base cal. 2) Las fibras estructurales de nopal y agave, su obtención y caracterización físico-química que pueda proyectar las diversas aplicaciones. 3) Una tercera propuesta de estudio, es la cutícula de nopal, un material laminar que de igual forma está en caracterización (Vargas, Pérez, Arroyo, Gallegos y Flores, 2017), pero que se estima podría incluirse en recubrimientos con cualidad de absorber radiación ultravioleta; además que permite la transpiración de agua y gas con diferente tasa de velocidad de acuerdo a sus caras.

Por otra parte, la U. A. A. como Institución joven que lo es, admirable y congruente a sus principios a través de la Ing. Civil representada por el Centro de Ciencias del Diseño y la Construcción, ha sido una disciplina abierta (flexible), a investigar nuevos materiales de índole ecológicos; y seguramente he aquí la clave de todo para que surja la transdisciplinariedad, con esa claridad y determinación (dejando de lado asuntos de distancias, lidiar con léxicos diferentes de otra disciplina). No obstante, teniendo que vencer el anticipado reto técnico que pudieran presentar y la segura polémica ante propios y extraños, no detuvo en contactar proveedores Agroindustriales (pertenecientes al Depto. De Ing. Agroindustrial de la U. de Guanajuato) de materiales de origen vegetal, con la disponibilidad de temas como

1) Caracterización técnico-económica de pinturas base cal para viviendas de interés social en el estado de Aguascalientes.
2) Bloques de tierra compactada estabilizados con mucílago de nopal y reforzados con fibra de nopal, han quedado registrados y brindan evidencia de

la experiencia de la transdisciplinariedad bajo tesis de maestría en Ing. Civil (concluida y en proceso), presentaciones en congresos locales, nacionales e internacionales que conllevaron publicaciones científicas de artículos, capítulo de libro y estancias de investigación.

Un asunto destacable de este grupo multidisciplinario (UG-UAA), ha sido utilizar residuos agroindustriales que son problema ambiental real, en una aplicación sustentable como la incorporación a materiales de construcción por ahora de refuerzo y estabilidad, en el caso de bloque de tierra compactada (tanto para el mucílago como la fibra de nopal extraídos de esos desechos).

Reflexión Final

La Ingeniería evolucionó a partir de la aparición del ser humano de manera intrínseca, cuando comenzó a imaginar y diseñar herramientas para emplearlas como supervivencia de manera innata, para resolver problemas asociadas a su desarrollo humano. A posteriori, la Ingeniería se ha transformado y evolucionado en la vida diaria de la humanidad.

En la actualidad, dentro de las tendencias a las que se asocia la Ingeniería con la creación de nuevas tecnologías y estrategias, está la sustentabilidad. La cual focaliza en uno de sus tres pilares el cuidado del medio ambiente (los otros dos, social y económico); siendo esto un asunto inevitable. La vinculación y asociación entre la Ingeniería Civil y Agroindustrial, ofrece crear proyectos de menor impacto ambiental y nuevas alternativas de materiales (derivados de productos, subproductos y/o desechos agroindustriales y/o agropecuarios), tal es el caso del trabajo de los grupos de estas Universidades Públicas (Guanajuato y Aguascalientes), donde la experiencia adquirida ha sido exitosa y fructífera, para lo cual se pretende trabajar a futuro en temas

relacionados en la construcción de obras civiles en las ciudades, sin que demeriten problemas de seguridad estructural y confort.

Las Ingenierías y en esencia todas las disciplinas son participes de una civilización con cambios constantes en los sectores infraestructurales y tecnológicos, los cuales, sino se manejan de manera adecuada pueden traer daños irreversibles para el planeta, en tema de medioambiental. Sin duda, nuestras Ingenierías tienen un gran compromiso en cuidado del medio ambiente, y podrían ser la matriz en la que surja una relación humano-ambiente más equilibrada.

Los autores estamos convencidos que la sustentabilidad, sino es la única forma operar hacia una meta, por ahora si es la mejor.

Referencias

Calcerrada, Z. F. (2010). *Las matemáticas y la arquitectura*. Recuperado de http://matematicas.uclm.es/itacr/web_matematicas/trabajos/84/matematicas_arquitectura.pdf

Badal, G. E. (1988). *La antropología. Método de recogida y estudio de carbón prehistórico*. Recuperado de <http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/34964/169.pdf?sequence=1>

Fuentes, M. N., Frago T. O. I., & Viscaino M. L. (2015). Residuos agroindustriales como adiciones en la elaboración de bloques de concreto no estructural. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 25(2), 99-116. doi: <http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1434>

Llana y Fernández, R. (2012). *Ingeniería en México, 400 años de historia: obra pública en*

la ciudad de México. D. F., México: UNAM

Moralejo, O. J., Kavanagh de Prado, E., y Quesada, F. S. (2015). Vegetable imprints in architecture and basketwork imprints in the iberian site of cerro de la cruz (Almedinilla, Córdoba). *Lucentum*, 34,119-144. doi: 10.14198/LVCENTVM2015.34.04

Morin, E. (s/f) Sobre la interdisciplinariedad, Buenos Aires, pp. 1-9

Pavón, R. J. C. (2017). Evaluación de comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de los tabiques suelo cemento reforzados con fibra dura de nopal y estabilizados con mucílago. (Tesis de Maestría en proceso). Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, Ags., México.

Rementería, I. E. (2005). Vegetación y uso del combustible leñoso en la antigüedad del país vasco: análisis antracológico del yacimiento arqueológico romano de Aloria (Amurrio, Araba). *VELEIA*, (22), 111-120.

Ríos, L. E. (2016). *Caracterización técnico económica de pinturas base cal para la implementación en viviendas de interés social en el estado de Aguascalientes*. (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, Ags., México

Savastano, E. Jr., Rosario, F. S., Flores, C. A., & Araujo, R. (1999). Los residuos agroindustriales en la construcción civil en Brasil. *Ingeniería Industrial. Ingeniería Industrial*, (23), 35-45. Recuperado en https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/519/482

Tavera, E. F. (2000). *La calidad en la enseñanza de la Ingeniería ante el Siglo XXI*. Madrid: Limusa.

Torres, B. A., Álvarez, A. N., & Obando R., M del R. (2008). Hacia una visión más integral sobre la formación de ingenieros en México. En *Educación y Futuro Digital*. España. <http://www.cesdonbosco.com/>. Consultado en junio de 2017

Vargas, R. L., Arroyo, F. G., Jiménez, A. D., Hernández, M. A., López, G. O., Herrera, M. C. H., Gómez, L. B. E., y González, V. F. (2012). Adhesivo de nopal en pinturas de cal, RESPYN *Revista Salud Pública y Nutrición*, Edición Especial (04), 165-174

Vargas R. L., Pérez, N. A., Arroyo, F. G., Gallegos, A. M., y Flores, R. E. (2017). Cuticle of prickly pear: structure and biological function. En Gutiérrez W. C. (Presidente de SMM). *XXVI International Materials Research Congress*. Materials Research Society-SMM. Cancún, Quintana Roo, México. Estatus aceptado

Lorena Vargas Rodríguez

Lic. En Química y Maestría en Biología Experimental por la Universidad de Guanajuato. Profesora de tiempo completo de la misma Universidad con adscripción al Departamento de Ing. Agroindustrial en la Sede Salvatierra. Título de Doctorado en Ciencias por la Universidad Nacional de Trujillo en Perú. Cuenta con Reconocimiento de Perfil Deseable en Educación Superior. Miembro del CA-Ciencia y Tecnología Agroindustrial. La investigación experimental que desarrolla tiene por finalidad la re-valoración del nopal, a través de sus componentes funcionales y/o estructurales como el metabolito mucílago (comúnmente “baba”), fibra vascular y cutícula (lámina superficial) en perspectivas de aplicaciones no convencionales.

Sergio Jacinto Alejo López

Doctor en Ciencias de la Educación por la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo y profesor de la Universidad de Guanajuato en el Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Cuenta con Reconocimiento de Perfil Deseable en Educación Superior y es profesor integrante del Cuerpo Académico (CA) Consolidado “Educación en la Cultura la Historia y el Arte”. También es docente en el campo de la economía y comercialización de productos agroindustriales. Proporciona cursos de maestría en Investigación Educativa de la Universidad de Guanajuato y tiene experiencia en formación de recursos humanos y dirige tesis de maestría en educación.

Rosalba Fuentes Ramírez

Ing. Metalúrgico (Universidad de Guanajuato - 1985), Maestría en Ciencias de Materiales (UNAM - 1993) y Doctorado en Ingeniería (Universidad A. de Querétaro - 2003). Laboró en la Universidad de Guanajuato desde 1991 en el Departamento de Ingeniería Química de la DCNE. Nivel 1 en el Sistema Nacional de Investigadores y perfil Prodep deseable. Participó en trabajos sobre: materiales compuestos de matriz metálica reforzados con partículas cerámicas, materiales de matriz polimérica con refuerzo de fibras naturales o con nanotubos de carbono o grafeno. También en desarrollos de celdas solares sensibilizadas con colorantes.



Política de acceso abierto

La Revista Artificio proporciona un acceso abierto a su contenido, basado en el principio de que ofrecer un acceso libre a las investigaciones ayuda a incrementar el intercambio global del conocimiento. Artificio no cobra ni cobrará ningún cargo a sus lectores por concepto de suscripción, ni a los autores por enviar, procesar o publicar sus artículos.

Como condición de publicación, los autores acuerdan liberar sus derechos de autor bajo una licencia compartida, específicamente la licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a cualquier persona compartir, copiar, transformar y redistribuir el material en cualquier medio o formato bajo los siguientes términos:

- *Dar crédito al autor del texto
- *No hacer uso del material con propósitos comerciales
- *Compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- *Adaptar: remezclar, transformar y crear obras derivadas del material
- *Si se remezcla, transforma o crea obras derivadas del material, se deben distribuir las nuevas contribuciones bajo la misma licencia que la original.