

DE POLVO DE ESTRELLAS, HABITANTES DE LA TIERRA Y LA IMPORTANCIA DEL SENTIDO COMÚN EN LA ARQUITECTURA

JAELL DURÁN HERRERA

DEPARTAMENTO DE SÍNTESIS CREATIVA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA,
UNIDAD XOCHIMILCO
herolty@hotmail.com

Arquitecta por la UAM Xochimilco. Maestría en arquitectura por la UNAM. Su trayectoria en diseño abarca diversos proyectos como viviendas y oficinas. Ha colaborado con Mario Larrondo e Isaac López en procesos de edificación y diseño sostenible con materiales como tierra estabilizada, piedra volcánica y bóvedas de tierra sin cimbra. Desde 2012 es coordinadora de módulo en la carrera de arquitectura. Sus intereses incluyen: procesos de apropiación de lugares, procesos de edificación alternativos. Desde hace más de tres años coordina con estudiantes el seminario Caminos Alternativos del Diseño.

Es importante comprender lo humano como parte de la naturaleza, a la cual transformamos. El artículo es una reflexión de templanza respecto de lo sustentable y la recuperación de los fundamentos arquitectónicos congruentes en el marco de la crisis social y ambiental, como: el uso de la geometría como estructura, los materiales locales y tradicionales, y la recuperación de estrategias de control ambiental pasivas. Se muestran experiencias sobre esta visión ambiental. Hay que destacar que existe una crítica del concepto de sustentabilidad y la conclusión señala que, más allá de la mediatización del concepto, está la recuperación de aspectos tradicionales y locales, es decir, el sentido común como medio para reducir parte del impacto ambiental en el planeta. **Palabras clave:** Biocetría, bioclimática, sustentabilidad, materiales tradicionales, tierra.

*It is important to understanding that human beings are part of nature, which we transform. The article is a reflection of temperance regarding the sustainable and the recovery of architectural fundamentals in the context of the social and environmental crisis, such as the use of geometry and structure, local and traditional materials, and the recovery of passive environmental control strategies. Practical experiences regarding this environmental view are shown. It should be stressed that beyond the media coverage of the concept, there is the recovery of traditional and local aspects; that is, common sense as a means of reducing some of the environmental impact on the planet. **Keywords:** Biocentría, bioclimatic, sustainability, traditional materials, Earth.*



Figura 1. Fuente: Jaell Durán Herrera Herrera.

La sabia sentencia de Carl Sagan, que a fines del siglo pasado rezaba “somos polvo de estrellas”, hoy nos invita a reflexionar a que todo cuanto conocemos en el Universo está formado bajo este principio de materia y energía: seres, minerales, vegetales y especies que aún no conocemos. Entonces, podemos entender que todo es multidimensional y que somos una representación del Universo, un microcosmos, como el que los alquimistas planteaban y que, por lo tanto, todo lo que nos rodea también lo es, por lo que atentar contra la naturaleza es atentar contra otras especies, contra nosotros mismos. Estoy convencida de que la disciplina arquitectónica es transformadora de procesos sociales y, sobre todo, detonadora de cambios ambientales.

Este texto pretende contribuir, con fundamentos arquitectónicos congruentes, en la solución de los problemas ambientales y sociales; además, da cuenta de la postura respecto a la mediatización del concepto de *sustentabilidad*.¹ También se reivindican algunos preceptos, por ejemplo: la utilización de los materiales locales y tradicionales

1. El concepto de desarrollo sustentable aparece por primera vez en el libro *Nuestro destino común*, que fue un informe solicitado en 1986 por la Organización de las Naciones Unidas a un grupo de investigadores. Sin embargo, como se verá más adelante, ha servido de estandarte de ciertas empresas, lo que ha ocasionado que se desvíe la atención del verdadero problema y dicho concepto se ha convertido en una oportunidad de mercado.

como recursos óptimos de bajo impacto ambiental, el uso de la geometría como estructura que está en armonía con la naturaleza, y el conocimiento de estrategias de control ambiental a través de medios pasivos. Se exponen algunas experiencias de la práctica profesional, de las cuales algunas fueron en colaboración con otros colegas; también se destacan y proponen algunos aspectos por profundizar en futuras investigaciones.

La experiencia en aspectos innovadores sobre el diseño y la construcción en la arquitectura habitacional comunitaria y otros géneros, a partir del conocimiento de estructuras resistentes y bóvedas de ladrillo armado, derivó en edificaciones con base en muros y bóvedas de tierra estabilizada con la mínima cantidad de encofrados, como un principio no sólo de ética profesional consecuente con el ambiente, sino también como un principio de biocéntrica.

Considero que la pequeña suma de acciones sensatas, en principio intrascendentes, multiplicadas por el número de profesionales de la disciplina arquitectónica, acabará por reducir parte del impacto ambiental en el planeta.

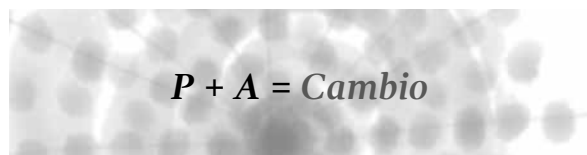


Figura 2. Pequeña (P) suma de Acciones (A) sensatas. Fuente: Jaell Durán Herrera.

El panorama actual demanda la necesidad de actualizar los métodos y las teorías sobre los que se fundamenta la disciplina, por lo tanto y aunque este texto no aborda la temática, es importante tener presente toda la historia de vida de un objeto arquitectónico.² Los objetos artificiales, que son creaciones humanas, y en este caso lo urbano arquitectónico, forman parte de un orden mayor, de una relación compleja entre la naturaleza y la sociedad, y también tienen impacto en otras especies.

2. Un número importante de aspectos sobre habitabilidad (ventilación, orientación, iluminación, emplazamiento, forma de la estructura, cimentación, cubiertas) determinan la cantidad de consumo de energía de una edificación.

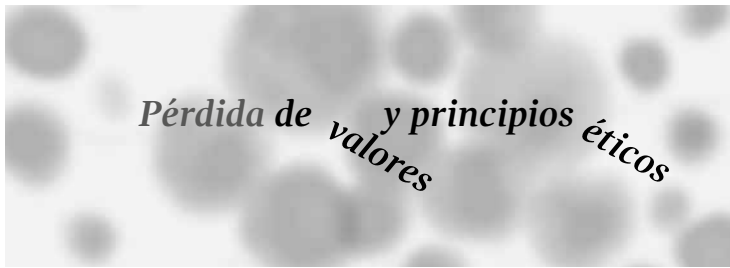


Figura 3. Fuente: Jaell Durán Herrera.

El debate actual sobre los problemas ambientales se centra, por lo general, en las consecuencias de distintos factores que se generaron a partir de la Revolución Industrial. Sin embargo, esta es sólo una parte del problema que tiene su origen en la mentalidad heredada por este proceso histórico, el cual trajo consigo una transformación significativa del ambiente, un cambio en la mentalidad y en la pérdida de principios y preceptos tradicionales, antes considerados fundamentos de orden, de equilibrio entre lo natural y lo social.

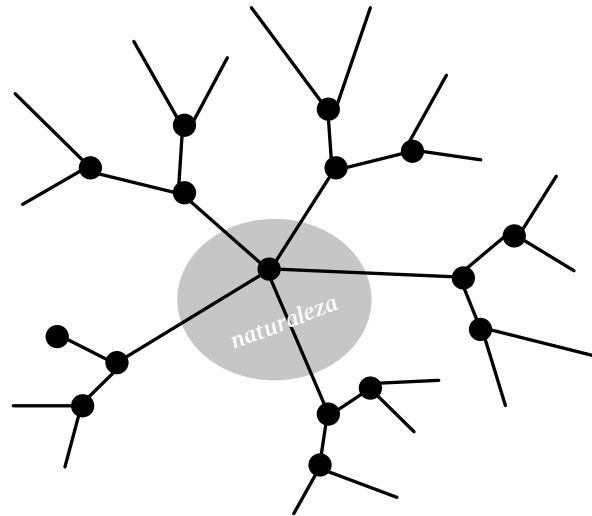
Si bien es cierto que enfrentamos un momento crítico en la historia del planeta, también es innegable que la humanidad siempre se ha relacionado con el ambiente de manera contradictoria. En la historia de la humanidad estas crisis son conocidas: destruir para sobrevivir (cazar, consumir recursos, transformar territorios, etc.) y reproducir para vivir mejor (agricultura, ganadería, protección de especies de caza, etcétera).

La historia ambiental del planeta muestra que civilizaciones sin el desarrollo tecnológico, como se conoce hasta ahora, sufrieron crisis ambientales por la depredación de recursos naturales que al final los llevaron a la extinción. Las comunidades humanas no sólo tienen efectos directos e indirectos en el medio natural, sino también en otras especies.³

3. Se sabe que los animales como las cabras o ciervos erosionan el suelo; sin embargo, la autorregulación de estos animales en relación con un sistema natural, o sea otras especies, propicia un equilibrio o una cascada trófica. Pero algunas especies por sí mismas no se autorregulan, en este sentido es necesaria la complejidad. El ejemplo de la inserción de una docena de parejas de lobos en 1995 en Yosemite, en Norteamérica, muestra cómo un sistema complejo estabiliza una región; los lobos propiciaron, en una cadena de eventos, la regeneración de una zona erosionada y su presencia en el ecosistema produjo el cambio en el curso de los ríos. Para ampliar la información, véase el documental *How wolves change rivers*, en www.youtube.com/watch?v=KqX1fzonJPU (consultado el 7 de diciembre de 2016).



Figura 4. Relación humana con el ambiente. Fuente: Jaell Durán Herrera.



Las comunidades humanas tienen efectos directos e indirectos en el medio natural, también otras especies...

Figura 5. Fuente: Jaell Durán Herrera.

A diferencia de otras especies, los humanos transformamos el ambiente con instrumentos que acumulamos por generaciones; en consecuencia, los efectos tienen un impacto directo en nuestra especie. Debido a la apropiación y el monopolio de estos instrumentos, la especie se ha dividido en clases sociales sobre las que se fundamenta la transformación del ambiente. Las relaciones que la humanidad estableció al interior de sí misma, están directamente ligadas a la modificación del ambiente externo; baste recordar las guerras mundiales, la hambruna que padecen más de seis millones de personas en África, la brecha tecnológica entre países del primer mundo y los subdesarrollados. Las crisis derivadas de esto están condicionadas por estas contradicciones de la humanidad.



Desarrollo

Figura 6. Fuente: tomada de internet.

El impacto humano en el planeta está directamente relacionado con su crecimiento, con la idea de progreso desmedido, ejemplo de ello es la Ciudad de México y la zona conurbada y la sufrida extensión territorial que las caracteriza. Se estima que una gran parte del planeta (entre un tercio y la mitad) ha sido transformada por la acción humana. Existen indicadores alarmantes de nuestra presencia en la biosfera y arrojan datos sobre el incremento de 30% de dióxido de carbono en la atmósfera a partir de la Revolución Industrial, de la gran cantidad de agua utilizada para consumo humano y de la elevada cifra de aves extintas por nuestra causa.⁴

Por otro lado, existen datos proporcionados por la Agencia Internacional de Energía (IEA) de que en el proceso constructivo de edificaciones, así como en el ciclo de vida de los materiales también se generan grandes cantidades de emisiones,⁵ las cuales podrían ser reducidas si se sustituyeran y utilizaran materiales distintos, reciclados y del lugar que no impliquen traslados; edificación con técnicas basadas en las tradicionales.

También es importante tomar en cuenta que la capacidad de la naturaleza por proveer recursos es superada por el ritmo en el consumo humano; así mismo, la producción de desechos supera la capacidad de absorción de la naturaleza.⁶ En pocas palabras, los problemas ambientales surgen

4. Guillermo Foladori y Naina Pierri, *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*, México, Porrúa, 2005, p. 13.

5. Según la IEA el consumo de energía de las edificaciones habitadas está entre 30 y 40%, y las emisiones contaminantes de CO₂, generadas por los procesos constructivos, están entre 25 y 30%. Fuente: www.iea.org (consultado el 7 de diciembre de 2016).



Desequilibrio

Figura 7. Fuente: Jaell Durán Herrera.

de una contradicción entre los ciclos de la naturaleza y los ciclos de producción humana, dentro de un modelo de desarrollo ilimitado; entonces, hay un desequilibrio entre cultura y natura.

Una imagen apocalíptica, pero representativa de la crisis ambiental, puede ser el espíritu de los tiempos que discurre en el planeta a través de la depredación y la contaminación.



Figura 8. Fuente: tomada de internet.

6. Williams Rees, profesor de la Universidad de Toronto, Canadá, en los años noventa ideó una metodología para medir un indicador de sostenibilidad, lo llamó la *huella ecológica*. Gracias a este indicador es posible calcular una cuestión tan compleja como el hecho de que los humanos utilizamos en un año recursos de la Tierra más rápido de lo que tardan en regenerarse. Véase Clemente Álvarez, "¿Cómo se calcula la huella ecológica?", en *El País semanal*, 14 de enero de 2011, en <http://blogs.elpais.com/eco-lab/2011/01/como-se-calcula-la-huella-ecologica.html> (consultado el 7 de diciembre de 2016).



Figura 9. Es necesario encontrar el equilibrio entre los ritmos de producción y los procesos de recuperación de la naturaleza Fuente: Jaell Durán Herrera.



Figura 10. Madrid, España. Fuente: Archivo de Jaell Durán Herrera.

DEPREDACIÓN Y CONTAMINACIÓN

El modelo de crecimiento ilimitado, en el que se fundamenta la economía, requiere de recursos naturales y los obtiene a través de la explotación; entonces aparece la *depredación*. Después, mediante los procesos de producción industrial se generan residuos dando lugar a la *contaminación*; otro ejemplo son las necesidades de movilidad en una ciudad con dimensiones desmedidas, como la Ciudad de México, que generan más emisiones de CO₂ y depredación de zonas rurales por la especulación inmobiliaria.⁷ Por lo anterior, podemos decir que los problemas ambientales se reducen a dos grupos: depredación y contaminación.

El científico estadounidense Peter Vitousek, quien ha estudiado el impacto humano directo e indirecto en la biosfera,⁸ sostiene que la actividad humana se ha convertido en una actividad geológica que tiene implicaciones de gran responsabilidad; estas transformaciones están bien documentadas, sin embargo el factor de incertidumbre, aún hasta ahora, rodea las consecuencias de este impacto. En realidad no podemos saber si será un problema para el futuro, incluso a pesar del conocido significado del concepto de *desarrollo sustentable*⁹ en el que se comprometerían las necesidades de la generación del presente sin perjudicar a las futuras generaciones.

7. Véase Gerardo Ruíz, *La ciudad de México en el periodo de las regencias 1929-1997*, México, UAM Azcapotzalco, 1999.

8. Véase Peter Vitousek, *Human alteration of the Global Nitrogen Cycle: causes and consequences*, Issues in ecology, Ecological Society of America, núm. 1, 1997.

9. Desde este punto de vista, la primera definición de la ONU para el concepto de desarrollo sustentable es insuficiente.

Hay que dejar claro que si los ritmos de producción humana estuvieran en armonía con los procesos de la naturaleza, quizá no existirían problemas ambientales de gran impacto. Entonces, una parte del problema radica en los *ritmos industriales*, en la producción que arroja indicadores que permiten entender la relación del espíritu de este tiempo con el ambiente.

LOS RITMOS DE PRODUCCIÓN

La masa predominante de una edificación convencional suele estar compuesta, en un porcentaje mayor, por concreto armado. Esto muestra una parte del impacto que puede tener este material en el ambiente. Pero en realidad, el impacto está más relacionado con las dimensiones que con el consumo del material.

En lo convencional...

Masa = firmitas

Figura 11. Predomina la creencia de que el volumen de *masa* de una estructura es proporcional a la *estabilidad* (firmitas) de la construcción. Fuente: Jaell Durán Herrera.

¿A qué obedece el uso de este material en la mayor parte de las obras de edificación?

En primer lugar a que la industria de la construcción, en el modelo económico de México, representa uno de los principales motores para el desarrollo y está vinculada

con 66 ramas de actividad en el ámbito nacional;¹⁰ también el consumo suele ser un indicador importante en el desarrollo económico del país; por ejemplo, Cemex ocupa uno de los primeros lugares en el mundo en la venta de cemento y clinker. Hay quienes sostienen que después del agua, el cemento es uno de los materiales más usados por el ser humano.¹¹ Otro aspecto lo constituye la idea de que el volumen de masa de una estructura es proporcional a la estabilidad de una construcción; el abuso de línea recta en las construcciones que al ser formas, que están en contradicción con las fuerzas, requieren mayor consumo de materiales como el acero y el cemento. Durante muchos años la tecnología fue utilizada de manera acrítica y con un impresionante derroche de recursos económicos y ambientales.

Este modelo ideológico, como hemos visto, tiene efectos ambientales irreversibles.

Puede ser interesante, mediante un estudio, obtener datos acerca del porcentaje de uso de este material en la extensión territorial urbana de la Ciudad de México; de llevarse a cabo, es posible que se encuentre que la mayor concentración de estructuras en las que se utiliza este "oro gris" están localizadas en zonas urbanas y conurbadas, por ejemplo, en la edificación de desarrollos habitacionales promovidos por empresas como GEO o ARA.¹²

En cuanto a la producción del material, existen datos sobre el impacto ambiental durante la fabricación de un bulto de cemento, se emiten alrededor de 0.87 k de CO₂ y dependen del procedimiento utilizado para fabricar el clinker.¹³ Al comparar estos datos con la frecuencia de uso

*Materiales que, por el uso excesivo,
generan emisiones... ..*

***Cemento (oro gris), PVC, espuma
de poliuretano, acero de refuerzo,
cobre, aluminio...***

Figura 12. Fuente: Jaell Durán Herrera.

de este material, se observa que el impacto más representativo en el ambiente es causado por el uso, más que por la fabricación.

Existen otros materiales, muy utilizados en la edificación y ligados a esta idea de progreso, en cuya fabricación se emiten grandes cantidades de CO₂, por ejemplo: el aluminio, el poliestireno expandido, la espuma rígida de poliuretano, el PVC y el cobre.

Es muy común pensar que para disminuir el impacto energético debemos prestar más atención al diseño (la orientación, la ventilación, la iluminación, etc.) y al uso de energías renovables. Sin embargo, son muy importantes la geometría como forma estructural y la cantidad de energía invertida para la fabricación de cada componente de un objeto arquitectónico (ladrillos, cemento, acero, aluminio, vidrio, pintura); el emplazamiento y el consumo de energía durante todas las etapas de vida del objeto arquitectónico. Al final, estas innovaciones y la inversión energética se ven reflejadas en un costo ambiental, de tiempo y económico.

Esta información resulta muy interesante, pero puede producir controversia al ser evaluada desde esta perspectiva, porque una edificación diseñada bajo criterios de eficiencia ambiental, puede que no lo sea tanto cuando se analiza cada componente o material (el Ciclo de Vida), o cuando se evalúa la Historia de Vida del Objeto.¹⁴

10. Según datos del Inegi, disponible en <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/secundario/construccion/default.aspx?tema=E> (consultado el 8 de diciembre de 2016).

11. Véase www.realestatemarket.com.mx/articulos/materiales-de-la-industria/12367-cemento-el-oro-gris-de-mexico (consultado el 8 de diciembre de 2016).

12. En estos casos habría que cuestionar qué impacta más al ambiente, el proceso de edificación o la inversión en tiempo y distancia de los habitantes para llegar a sus lugares de trabajo; también hay que tomar en cuenta el problema de los desarrollos habitacionales en desuso, véase www.elfinanciero.com.mx/archivo/las-millones-de-casas-abandonadas-en-el-pais.html (consultado el 8 de diciembre de 2016).

13. María Luisa Ruiz, *Determinación y evaluación de las emisiones de dioxinas y furanos en la producción de cemento en España*, Madrid, Universidad Complutense de Madrid, 2007.

14. "La Historia de Vida tiene diferencias con el llamado Análisis del Ciclo de Vida, el segundo omite procesos importantes de la compleja existencia de un objeto; en ella se omiten una enorme cantidad de etapas y tampoco muestra cómo investigar aspectos sociales y antropológicos", en Fernando Martín, *Folleto de homoindicadores*, México, UNAM, 2012. Versión en PDF disponible en http://arquitectura.unam.mx/uploads/8/1/1/0/8110907/folleto_homo.pdf

Algunas metodologías...

Eco/homo indicadores

...posibilitan la visión de conjunto

Figura 13. Fuente: Jaell Durán Herrera.

LOS INDICADORES CUANTITATIVOS Y CUALITATIVOS EN EL IMPACTO AMBIENTAL Y SOCIAL DE LA EDIFICACIÓN

Existen ciertas metodologías que permiten evaluar los efectos que se generan contra el ambiente y la sociedad en los procesos de fabricación o edificación de un objeto; aquí se explicarán dos.

La primera son los *ecoindicadores*, que se basan en el Análisis del Ciclo de Vida (ACV). En este análisis se incluyen aspectos relacionados con el proceso de fabricación, la distribución, el consumo y el desecho; el objetivo de estos ecoindicadores es controlar el comportamiento de un objeto en el ambiente. Sin embargo, quedan fuera otros aspectos vinculados con la frase de Carl Sagan sobre nuestra naturaleza compartida,¹⁵ y que nos recuerdan que atentar contra otras especies es atentar contra nosotros mismos.

Se sabe que la malentendida idea de progreso ha deteriorado los principios naturales sobre los que se mantenía el equilibrio, y la complejidad posibilita la proporción entre lo humano y lo natural. El retorno al equilibrio está reunido en un concepto de Edgar Morin, como la esperanza en el *El Aleph* de Jorge Luis Borges, es la *antropoética*, en donde la realización humana y la preservación de la biosfera y la noosfera son parte de la conciencia y ciudadanía planetaria. Esta conciencia radica en asumir algunas decisiones conscientes e instruidas. Edgar Morin menciona entre éstas, la necesidad de trabajar para la humanización de la

humanidad, la de “efectuar el doble pilotaje del planeta”, es decir, obedecer a la vida y guiarla; realizar la unidad planetaria en la diversidad; respetar en los otros al mismo tiempo la diferencia con uno y la identificación con uno; el desarrollo de la ética solidaria.¹⁶

La segunda, que es una propuesta cercana a esta ética, es la creada por Fernando Martín (doctor en antropología del diseño e investigador de la UNAM) sobre la evaluación de indicadores que posibilitan el reconocimiento de abuso y explotación humana, en cada etapa de la historia de vida de un objeto. Esta propuesta se bautizó con el nombre de *homoindicadores* y se compone de tres factores:

1. el primero indica *porcentajes* de cada una de las etapas de vida reflejadas en el costo final;
2. el segundo es el del *tiempo humano* invertido en cada una de las etapas de fabricación,
3. y el tercero muestra la *explotación y calidad de vida* de quienes intervinieron en su producción.¹⁷

Las dos propuestas anteriores son necesarias para entender la pertinencia ambiental de un objeto arquitectónico y cómo impacta en la biosfera, esto posibilita una visión de conjunto.

Para recapitular, al analizar el impacto ambiental de un objeto arquitectónico, es necesario, como se ha mencionado, prestar atención al diseño, a la cantidad de energía invertida para la fabricación de cada componente (materiales de la edificación) y tener en cuenta toda la historia de vida del objeto arquitectónico (por ejemplo, en una casa habitada, la energía requerida por los habitantes para desplazarse hasta sus trabajos implica un impacto y depende de las distancias y porcentajes de tiempo invertidos en los traslados).

Los procesos de edificación pertinentes ante las crisis ambiental y social consideran una forma de disminuir el impacto en la complejidad, en una red de relaciones en

15. “Somos polvo de estrellas”.

16. Edgar Morin, *Introduction à une politique de l’homme*, Francia, Le Seuil Points, 1999.

17. Fernando Martín, *Contribuciones para una antropología del diseño*, España, Gedisa, 2002.

Necesitamos otra forma de pensar...

$$PEP = A_m + T_e + A_{rq} + T_c$$

*PEP: Los procesos de edificaciones pertinentes
Red de relaciones*

Figura 14. Fuente: Jaell Durán Herrera.

Sólo consideran la eficiencia, durante el uso...

*The Leadership in Energy and
Environmental Design (LEED),
Code of Sustainable Homes,
EnerGuide for Houses, House
Energy Rating/Green Star,
World Green Building Council.*

Figura 15. Fuente: Jaell Durán Herrera.

distintas escalas: lo ambiental, lo territorial, lo arquitectónico y lo tecnológico. ¿Hasta qué punto son importantes la elección de los materiales, el lugar y las estrategias o preceptos arquitectónicos en el balance energético de una edificación?

OTRO MODELO DE PENSAMIENTO NECESARIO

Las normativas de certificación ambiental de edificios, como *The Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) Code of Sustainable Homes* en el Reino Unido, *EnerGuide for Houses* en Canadá, *House Energy Rating/Green Star* en Australia, *World Green Building Council*, sólo consideran las emisiones de eficiencia energética a lo largo del uso del edificio, es decir, cuando está habitado. Sin embargo, las emisiones producidas en el proceso de edificación representan aproximadamente 40% del total generado por el edificio a lo largo de 50 años de vida (aire acondicionado, calefacción, agua caliente e iluminación). Con otras palabras, para que las emisiones producidas por el uso de un edificio de vivienda iguale a las emisiones del proceso de edificación tendrían que pasar alrededor de 35 años.¹⁸

En lo general, el proceso de edificación no es un factor estudiado ni considerado en cuanto al impacto de emisiones al ambiente; sin embargo, su impacto es mucho mayor que el de otros componentes, tales como eficiencia energética, captación de agua pluvial, reducción del consumo de la misma, tratamiento de aguas residuales, uso de sistemas de energía renovables, manejo de residuos sólidos, etc., a éstos se les da más importancia.

18. Véase Ignacio Zabalza, "Life cycle assessment in buildings: State-of-the-art and simplified LCA methodology as a complement for building certification", en *Building and Environment*, vol. 44, Issue 12, diciembre de 2009, pp. 2510-2520.

Otro modelo de pensamiento...

equilibrio

Figura 16. Fuente: Jaell Durán Herrera.

La necesidad de otro modelo de pensamiento se hace preponderante. Es muy importante priorizar a todas las especies, recuperar los ritmos de equilibrio que manteníamos con la naturaleza y también, la selección de los materiales para una edificación pertinente en tiempos de mariposas propiciando huracanes.

Los siguientes materiales son ejemplos de la necesidad de una cuidadosa selección, como en el caso del cemento, se ha expuesto antes que las emisiones representan un mayor problema por el uso exagerado que por la fabricación; los ladrillos que se elaboran con arcilla y después se someten a un proceso de cocción;¹⁹ y el acero en cuyo proceso de fabricación se contaminan porciones de agua y se generan, también, grandes cantidad de emisiones.

Pese a todo esto, hay algunas opciones que reducen de forma considerable estos impactos, por ejemplo, el uso de la tierra como material para la producción del espacio habitable.

19. Se genera entre 1.42 y 3.56 megajulios, se estima que las ladrilleras en México contribuyen 1.09% a la cantidad de emisiones totales; véase B. Cárdenas, et al., *Evaluación preliminar del impacto ambiental por la producción artesanal de ladrillo: cambio climático, eficiencia energética y calidad del aire: segunda etapa. Informe Final del Convenio de Colaboración INE/ADA-110071*, México, Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Instituto Nacional de Ecología. Versión actualizada, junio de 2012.

¿HAY VIDA EN LA TIERRA?²⁰

Algunas edificaciones rurales en México, construidas con tierra, se mantienen en nuestra tradición como un caso excepcional. Ciertas debilidades, como la idea de progreso en la sociedad, degradan las cualidades térmicas, estéticas y sobre todo ambientales, del uso de la tierra en las construcciones. Uno de los grandes desafíos de la arquitectura consiste en mejorar las debilidades de la sociedad en este sentido, en mostrar que podemos construir con la tierra que está debajo de nuestros pies.

El uso de los materiales del progreso es un retrato íntimo de lo que ocurre en esta época de simulación. Pero con tantos testigos edificados en tierra a lo largo del mundo y sorteando estoicos el paso del tiempo, un argumento aparece oportuno: la tierra es el material de construcción más abundante en el planeta.

Estas cualidades colocan a la tierra como una opción material cada vez más socorrida que evita los largos recorridos de transportación, aporta características de protección ante los agentes climáticos y posibilita el uso de formas geométricas resistentes a los esfuerzos.

Así que una edificación cuya forma está en armonía con las fuerzas gravitacionales y ambientales, requiere menos volumen de masa, menos cantidad de materiales y consumo de energía en el ciclo de vida; genera un mínimo impacto ambiental y proporciona un ahorro representativo en términos económicos.

FORMAS BIOCÉNTRICAS

Desde la perspectiva de la arquitectura y la teoría de la habitabilidad, la importancia del respeto hacia toda forma de vida, como declaración de principios éticos, se materializa en la combinación del uso de los materiales, en las formas y en la habitabilidad.²¹

Así, en colaboración con otros dos arquitectos, Mario Larrondo²² e Isaac López, se formó un sólido equipo de trabajo en el que se urdieron algunas innovaciones en

20. A partir del título del libro de Juan Villoro, *¿Hay vida en la Tierra?*, México, Almadía, 2012.

21. Un aspecto de la *habitabilidad* tiene que ver con el control ambiental por medios pasivos.

22. Dejó una sólida escuela, que hasta hoy se sigue practicando.



Figura 17. Totolapan, Morelos. Fuente: Archivo de Jaell Durán Herrera.



Figura 18. Cuenca de Campos, España. Fuente: Archivo de Jaell Durán Herrera.



Figura 19. Oaxaca. Fuente: Archivo de Jaell Durán Herrera.

Tierra	Concreto
<ol style="list-style-type: none"> 1. Al ser un material no estandarizado podemos fomentar formas descentralizadas de construcción y producción 2. Regula la humedad ambiental 3. Almacena el calor 4. Ahorra energía y disminuye el impacto ambiental 5. Es reutilizable 6. Economía en materiales de construcción y transportes 7. Preserva otros materiales naturales 8. Absorbe contaminantes 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Es un material de construcción estandarizado, producción centralizada 2. No se contrae al secarse 3. Es impermeable 4. Su durabilidad excederá nuestra presencia en la tierra 5. El consumo indiscriminado contamina

Figura 20. Ventajas del uso de la tierra sobre el cemento. Fuente: Jaell Durán Herrera.



Figura 21. Totolapan, Morelos. Fuente: Archivo de Jaell Durán Herrera.

el diseño y en los procesos de edificación que se siguen practicando hasta hoy. Por ejemplo, en esta experiencia se derivó una teoría sobre el uso de las formas geométricas como respuesta armónica a los esfuerzos; entonces, si la forma permite una mayor resistencia a las fuerzas gravitacionales y ambientales requerirá un menor volumen en su masa; esto reduce el impacto ambiental y el costo económico porque se utilizan una cantidad mínima de energía e insumos.²³



Figura 22. Mario Larrondo e Isaac López. Fuente: Archivo de Jaell Durán Herrera.

*Una teoría sobre el uso de las formas
geométricas...*

$$GA = rga > vm$$

*GA: Geometría armónica con los esfuerzos
rga: Resistencia a las fuerzas gravitacionales y
ambientales
vm: volumen de masa*

Figura 23. Fuente: Jaell Durán Herrera.

23. Mario Larrondo, *Dimensiones y órdenes del espacio habitable*, México, UNAM, 2012.

En algunos ejemplos ensayados para la edificación, se ha utilizado piedra aplicada en los muros de forma irregular, sea con ondulaciones o zigzagueos; esto, además de ser un motivo compositivo, está soportado en el incremento de la resistencia al cortante horizontal por sismo, por viento, por flambeo o por coceo, debido a la discontinuidad existente a lo largo de los muros.

Así que el diseño de los muros es una estrategia en la distribución de muros perpendiculares y otros elementos a manera de contrafuertes para eliminar refuerzos verticales de acero. La relación entre los procesos de diseño y los de edificación en esta práctica biocéntrica, siempre tienen una relación indisoluble. Es imposible pensar de modo aislado cualquiera de los dos procesos.

En relación con las innovaciones derivadas de los procesos de edificación, fue importante la reducción del uso de los materiales convencionales como el cemento, el acero y los encofrados a cantidades mínimas indispensables. Los procedimientos de edificación, a pesar de ser tecnologías contemporáneas que reinterpretan las tradicionales,²⁴ resultan estrategias eficientes que permiten la apropiación y la transferencia; es decir, no es necesaria la especialización de la fuerza de trabajo.

Por otro lado, en la construcción de los muros se han realizado procedimientos con base en tapial de 20 y de 12 cm de espesor. Esto es innovador en el sentido de que se puede prescindir de la maquinaria y el proceso de producción de adobes, que implican, además, insumos, mantenimiento y condiciones de operación que complican la construcción en dos etapas: la producción de las piezas y la colocación.

Esto indica que habrá que trasladar la maquinaria a la localidad, proporcionar al personal los insumos y capacitarlos en la colocación de los adobes, y establecer un plan de producción; pensar en dinámicas de trabajo comunitario y en lugares inaccesibles y alejados puede ser aún más complicado de resolver. Por fortuna, el uso del tapial reduce

24. Pensemos en que el olvido de algunos conocimientos tradicionales, relacionados también con la arquitectura, que proporcionaban aspectos de confort ante las condiciones climáticas en ciertas zonas, se debe a la ideología que predomina y está relacionada con el progreso. Hay quienes consideran a la tierra un material ligado a la "pobreza".



Figura 24. Muros de piedra que proporcionan resistencia al cortante. Proyecto y edificación: Mario Larrondo, Isaac López y Jaell Durán. Casa en Tlayacapan, Morelos. Fuente: Archivo de Jaell Durán e Isaac López.



Figura 25. Muros de piedra que proporcionan resistencia al cortante. Proyecto y edificación: Mario Larrondo, Isaac López y Jaell Durán. Casa "El Abrazo" en Totolapan, Morelos. Fuente: Archivo de Jaell Durán e Isaac López.

estas complicaciones, pues se encuentra la lógica para moldear los muros en el sitio, lo que significa una transportación manual o la improvisación de materiales ligeros de la localidad; lo mismo sucede con las cubiertas, que son membranas de tierra moldeadas sobre mallas ligeras de acero de trama pequeña, que retienen la mezcla estabilizada, el procedimiento es similar a lo que se hace en los casos del ferrocemento.

En los muros como en las cubiertas, es posible utilizar mallas como molde, en el entendido de que habrá que reforzar verticalmente, de forma más continua, para evitar su deformación durante el proceso de construcción. Al final del procedimiento y para aumentar la protección y resistencia

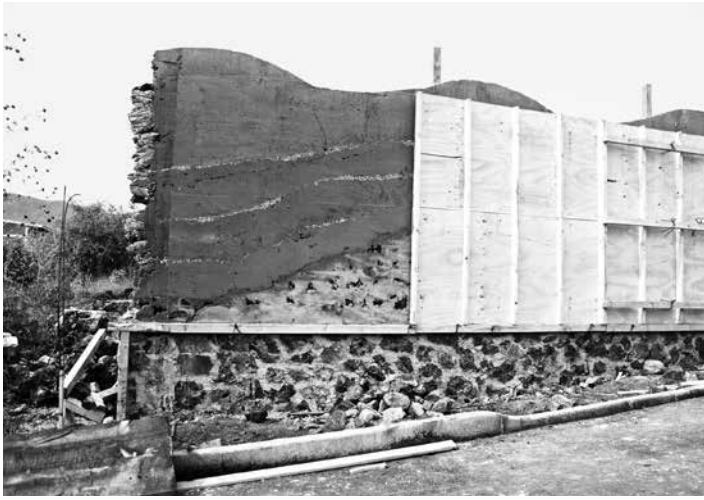


Figura 26. Muro de tapial. Proyecto y edificación: Mario Larrondo, Isaac López y Jaell Durán. Casa en Tlayacapan, Morelos. Fuente: Archivo de Jaell Durán e Isaac López.



Figura 27. Cubiertas de tierra, con la mínima cantidad de acero y cimbra. Proyecto y edificación: Mario Larrondo, Isaac López y Jaell Durán. Módulo en el predio de Las Ánimas. Fuente: Archivo de Jaell Durán e Isaac López.



Figura 28. Cubiertas de tierra, con la mínima cantidad de acero y cimbra. Proyecto y edificación: Mario Larrondo, Isaac López y Jaell Durán. Casa en Totolapan. Morelos. Fuente: Imagen del archivo de Isaac Díaz Landeros.

a la temperatura y el intemperismo de las cubiertas, se cubren con una capa de piezas delgadas comprimidas de tierra, ladrillo delgado u otros tipos de cerámica.

CONSIDERACIONES FINALES

La Tierra es un sitio en donde se ignoran las formas orgánicas de la naturaleza. Durante años la mayoría de las edificaciones se hicieron con la tecnología del concreto armado, lo que promovió una ideología de acumulación y el deseo de perfección; a través de esto los anhelos de la humanidad se han visto reducidos a la línea recta en la arquitectura, lo urbano se salió de extensión.

Persiste la ilusión del progreso como un horizonte infinito poblado de rascacielos que desafían a las fuerzas naturales. En contraste, el regreso a los ritmos de sincronía con los procesos naturales, la recodificación de otros modos de abordar las problemáticas referentes a la proyección y edificación en la arquitectura, requieren peculiares modos de ver la realidad. Las debilidades de la sociedad contemporánea, respecto al desconocimiento de temas relacionados con la habitabilidad,²⁵ y la mediatización de un tema tal como el de la sustentabilidad, requieren con urgencia incluir en los temas de las aulas de la universidad, así como en la práctica profesional, los siguientes puntos:

25. El arquitecto, a diferencia de un profesional de la construcción, conoce las condiciones territoriales, ambientales y las estrategias de la arquitectura para controlar de manera pasiva el ambiente en una edificación, sin necesidad de recurrir a tecnologías complicadas y costosas. En la preparación universitaria se desarrolla una conciencia crítica que permite proponer espacios ergonómicos, adecuados a las sensaciones, correctamente iluminados y con materiales que pueden proporcionar confort, seguridad, estética, economía y un mínimo impacto ambiental.



Figura 29. Bóvedas gausas o de doble curvatura en la Ludoteca, en Petlalcalco. Proyecto y edificación: Mario Larrondo, Isaac López y Jaell Durán. Fuente: Archivo de Isaac López y Jaell Durán.



Figura 30. Estructura de concreto ciclópeo y bóvedas de tierra estabilizada. Magdalena Petlalcalco, Tlalpan. Proyecto y edificación: Jaell Durán e Isaac López. Fuente: Archivo de Isaac López y Jaell Durán.



Figura 31. Bóvedas giradas en Casa "El Abrazo" en Totolapan, Morelos. Proyecto y edificación: Mario Larrondo, Isaac López y Jaell Durán. Fuente: Archivo de Isaac López y Jaell Durán.



Figura 32. Bóvedas de tierra armada, casa Unidad Modelo. Proyecto y edificación: Jaell Durán e Isaac López. Fuente: Archivo de Isaac López y Jaell Durán.

1. Promover el uso de la tierra en la construcción (a excepción de lugares en donde no existen capas de arcillas como en la península de Yucatán) en congruencia con el cuidado ambiental. Para ello habrá que desarrollar e innovar armonías versátiles, formas y estrategias en uso competitivo, para eliminar la visión marginal que se tiene de ella.
2. En relación con el punto anterior, en la perspectiva de generalizar su uso, se necesitan investigaciones interdisciplinarias tendientes a resolver una serie de problemáticas: la primera tiene que ver con la erosión que provoca la extracción de sus arcillas, lo que implica impactos hacia otras especies; otra es la reducción de la huella ecológica en los procesos constructivos, planteados desde el proyecto.
3. La práctica de los principios de configuración geométrica expuestos con anterioridad, que permite la construcción vertical de edificios con base en tapial incorporando entresijos ligeros.
4. El cultivo de una conciencia que promueva el reciclamiento y la saturación urbana, el principio de que lo arquitectónico es la extensión de la estructura urbana; es decir, la relación indisoluble de la arquitectura y la ciudad, en órdenes que posibilitan un equilibrio entre el objeto arquitectónico, la sociedad y la naturaleza.²⁶

FUENTES CONSULTADAS

- CÁRDENAS, B., Aréchiga, U., Munguía, J. L., Márquez, C., Campos, A., *Evaluación preliminar del impacto ambiental por la producción artesanal de ladrillo: cambio climático, eficiencia energética y calidad del aire: segunda etapa*. Informe Final del Convenio de Colaboración INE/ADA-110071, México, UAM Iztapalapa, Instituto Nacional de Ecología. Versión actualizada, junio de 2012.
- FOLADORI, G. y N. Pierri, *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable*, México, Porrúa, 2005.
- LARRONDO, Mario, *Dimensiones y órdenes del espacio habitable*, México, UNAM, 2012.

26. Véase Mario Larrondo, "Reciclamiento y saturación urbana: las estructuras habitacionales flexibles", en *Diseño y Sociedad*, núm. 16, México, UAM Xochimilco, 2004; en este artículo el autor destaca la necesaria relación de las estructuras arquitectónicas y la estructura urbana.

- LARRONDO, Mario, "Reciclamiento y saturación urbana: las estructuras habitacionales flexibles", en *Diseño y Sociedad*, núm. 16, México, UAM Xochimilco, 2004.
- MARTÍN, Fernando, *Contribuciones para una antropología del diseño*, España, Gedisa, 2002.
- MARTÍN, Fernando, *Folleto de homoindicadores*, México, UNAM, 2012. Versión en PDF disponible en http://arquitectura.unam.mx/uploads/8/1/1/0/8110907/folleto_homo.pdf
- MORIN, Edgar, *Introduction á une politique de l'homme*, Francia, Le Seuil Points, 1999.
- RUIZ, Gerardo, *La Ciudad de México en el periodo de las regencias 1929-1997*, México, UAM Azcapotzalco, 1999.
- RUIZ, María Luisa, *Determinación y evaluación de las emisiones de dioxinas y furanos en la producción de cemento en España*, Madrid, Universidad Complutense de Madrid, 2007.
- VILLORO, Juan, *¿Hay vida en la Tierra?*, México, Almadía, 2012.
- ZABALZA, Ignacio, "Life cycle assessment in buildings: State-of-the-art and simplified LCA methodology as a complement for building certification", en *Building and Environment*, vol. 44, Issue 12, diciembre de 2009.
- VITOUSEK, Peter, *Human alteration of the Global Nitrogen Cycle: causes and consequences*, *Issues in ecology*, Ecological Society of America, núm. 1, 1997.

Referencias electrónicas

- ÁLVAREZ, C., "¿Cómo se calcula la huella ecológica?", en *El País semanal*, 14 de enero de 2011, en <http://blogs.elpais.com/eco-lab/2011/01/como-se-calcula-la-huella-ecologica.html> (consultado el 7 de diciembre de 2016).
- "Cemento, el oro gris de México", en www.realestatemarket.com.mx/articulos/materiales-de-la-industria/12367-cemento-el-oro-gris-de-mexico (consultado el 8 de diciembre de 2016).
- How wolves change rivers*, en [www.youtube.com/watch?v=KqX1f2on\]PU_](http://www.youtube.com/watch?v=KqX1f2on]PU_) (consultado el 7 de diciembre de 2016).
- Inegi, "Construcción", en <http://cuentame.inegi.org.mx/economia/secundario/construccion/default.aspx?tema=E> (consultado el 8 de diciembre de 2016).
- "Las 5 millones de casas abandonadas en el país", en www.elfinanciero.com.mx/archivo/las-millones-de-casas-abandonadas-en-el-pais.html (consultado el 8 de diciembre de 2016).
- www.iea.org (consultado el 7 de diciembre de 2016).