



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

## **Variables bioclimáticas en el diseño de vivienda en México: hacia una optimización del gasto energético**

Mario Guadalupe González Pérez<sup>1</sup> y Luis Fernando González Gabriel<sup>2</sup>

### RESUMEN

A partir de la segunda mitad del siglo XX se empezaron a cimentar las bases de una nueva disciplina encargada de estudiar la necesidad de incorporar al diseño de la vivienda un conjunto de variables ignoradas, pero no desconocidas hasta ese entonces por la industria de la construcción habitacional. Si bien, este sector representa uno de los rubros de mayor importancia al utilizar insumos provenientes de otras industrias como la del acero, cemento, materiales pétreos, pinturas, entre otras. Sin embargo, el modelo utilizado poco ha favorecido al solicitante, quien escasamente reflexiona de las condiciones in situ, el tipo de materiales utilizados o el confort térmico. En la presente comunicación se analiza el estado de la cuestión, en torno a los efectos climáticos del espacio interior de la edificación, con énfasis en los cambios que han surgido en el mercado inmobiliario en México.

---

<sup>1</sup> Ingeniero Civil por la Universidad Autónoma de Sinaloa, Maestro en Ingeniería por la UNAM, Doctor en Ciudad, Territorio y Sustentabilidad por la Universidad de Guadalajara. Profesor-investigador en el Centro Universitario de Tonalá de la Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. e mail: [mario.gonzalez.direccion@gmail.com](mailto:mario.gonzalez.direccion@gmail.com)

<sup>2</sup> Ingeniero Mecánico Electricista por la Universidad de Guadalajara, Candidato a Maestro en Ciencias en Ingeniería del Agua y la Energía por la Universidad de Guadalajara, Profesor de las asignaturas de Arquitectura Bioclimática y Energía Fotovoltaica en el Centro Universitario de Tonalá de la Universidad de Guadalajara, Jalisco, México. e-mail: [Lu.udg@gmx.com](mailto:Lu.udg@gmx.com)



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

**PALABRAS CLAVE:** Arquitectura bioclimática, vivienda, energía, sustentabilidad, México

### ABSTRACT

Between the 50s and 60s of the twentieth century, they were laying the foundations of a discipline in charge of studying the need to incorporate the design of housing ignored a set of variables, but not until then unknown in the traditional model of dwelling. While the weather is decisive in the thermal performance of housing; building materials, sizing and modify various aspects climatic conditions expressly defined by the characteristics of the territory. However, it was the work of the brothers Olgay concerning bioclimatic design manual for architects and planners, The temperate house, Bioclimatic Approach to Architecture and Solar Control and orientation bioclimatical requirements to meet, among others, that abieron debate and today , encourage this work in thermal effects are reviewed in the interior of the building, with emphasis on the changes that have emerged in the housing market since the birth of this architectural discipline.

**KEYWORDS:** bioclimatic architecture, housing, Sustainability.

### 1. Introducción

En las ciudades metropolitanas la vivienda ha asumido una concepción meramente comercial, debido por un lado, a la especulación del suelo y las ubicaciones generalmente dispersas caracterizadas por insuficiencias y deficiencias en infraestructura y equipamientos básicos. Y por otro, al



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

dimensionamiento de los productos habitacionales ofertados y a los materiales empleados en el proceso constructivo.

Ciertamente, desde la antigüedad, la edificación ha proporcionado protección, confort y calidad de vida, a través de un importante consumo energético. Sin embargo, en la actualidad, este consumo ha sido tan alarmante que en la idea de devolver aunque sea una porción de la cubierta vegetal sustituida por el asfalto y el concreto, o porque es parte del paisajismo innovador que tiende hacia el ecologismo habitacional. Se han planteado recientemente, programas para financiar la construcción de vivienda. Es decir, vivienda que hace uso de elementos que ahorran energía, a través de la utilización de celdas solares, focos ahorrativos, materiales de aislamiento térmico, azoteas verdes, etc.

La evidencia empírica sostiene que la tierra se halla en un proceso de calentamiento global, caracterizado por temperaturas extremas, congelamientos, inundaciones, etc. Este problema ha dejado de ser una causal meramente industrial, sino que el fenómeno engloba tanto las participaciones de carga vehicular circulando en la ciudad y sus respectivas emisiones de gases de efecto invernadero o la desproporcional mancha urbana, que día con día se incrementa, debido a construcciones, normalmente horizontales en las periferias de los núcleos poblacionales<sup>3</sup>.

## 2. Arquitectura Bioclimática: un breve bosquejo

---

<sup>3</sup> [Boada y Toledo \(2004\)](#), sostienen que la crisis ecológica no es más que una faceta de la crisis de la civilización occidental, caracterizada por ser altamente industrializada, tecnocrática, materialista, capitalista y de la cual formamos parte irremediabilmente. Señala que esta crisis es de carácter estructural, está arraigada hasta el tuetano a nivel global y, aunque surge en las sociedades industrializadas, se extiende hasta las naciones en vías de desarrollo.



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

El término Arquitectura Bioclimática se empieza a conocer desde mediados de la década de los 70s del siglo XX, y en plena crisis del petróleo. Esto llevó a arquitectos, ingenieros y físicos a sumar esfuerzos para dar una propuesta diferente al modo de diseñar y construir la vivienda. Los trabajos pioneros fueron de Víctor Olgyay; profesor de la Escuela de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Princeton hasta 1970 y precursor de la investigación entre la arquitectura y la energía. Su libro *Arquitectura y Clima*, formó a la mayoría de los arquitectos bioclimáticos (Salazar, 2011).

En efecto, ya desde los años 50s, Victor Olgyay en compañía de su hermano Aladar Olgyay, plantearon una arquitectura completamente diferente a la tradicional de esa época. A su primer artículo: *The temperate house* de 1951, le siguieron otros trabajos como: *Bioclimatic Approach to Architecture*, *Solar control and orientation to meet bioclimatical requirements*, *Solar control and shading device*, *Sun-Air orientation y Environment and building shape* de 1954. Lo que permitió que sus trabajos alcanzaron su climax en 1962 con la obra *Design With Climate : Bioclimatic Approach To Architectural Regionalisms*. Si bien, actualmente muchos de estos textos no pueden conseguirse físicamente; el conocimiento de los mismos está integrado en el Manual Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas (Salazar, 2011).

Dentro del ámbito académico dedicado a tratar el tema de la sustentabilidad, es posible observar el reconocimiento generalizado de que enfrentamos una crisis de la civilización. Según Leff (2004), esta crisis es producto de la racionalidad de la modernidad y de la economía del mundo globalizado, que al encerrarse en sí mismas dislocan la relación simbólica y funcional entre la actividad humana y el ecosistema. Tal desarticulación encuentra su límite en la realidad entrópica del



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

mundo y que hace necesario la adaptación de las actividades humanas a la realidad termodinámica del ecosistema.

Recientemente, el grupo Energía en Edificaciones del Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México, ha establecido las bases de la crítica y mejora a corto plazo de la NOM 008 (Eficiencia energética en edificaciones de uso no residencial) y la NOM-020 (Eficiencia energética en edificaciones de uso residencial). Asimismo, ha posibilitado trascender de la evaluación de la envolvente del Modelo de Transferencia de Calor Independiente del tiempo al Modelo de Transferencia de Calor Dependiente del tiempo, como por ejemplo: la colocación del aislante en la parte exterior de la envolvente en los lugares de clima cálido donde se deba hacer el cálculo e incorporar la obligación del uso de colores claros para el acabado exterior del techo o cubierta (Barrios, *Huelsz, Rechtman y Rojas*, 2011).

En el caso de la Universidad Autónoma Metropolitana Campus Xochimilco, grupos de investigación han integrado y publicado regularmente dos anuarios de investigación. El primero de ellos desde el año 2000; el cual ha compilado Estudios de Arquitectura Bioclimática, y desde 2004 el Anuario de Investigación y Diseño. Por su parte, la Universidad de Colima ha contribuido a través de sus programas de posgrado (Maestría Arquitectura Bioclimática y el Doctorado en Arquitectura), y mediante publicaciones de la *Revista Palapa*, referente a temas enfocados en el diseño arquitectónico, pretenden la difusión de los resultados de proyectos de investigación científica y tecnológica relacionados con el campo de la arquitectura (PALAPA, 2015).



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

En el estado de Jalisco, a través del Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño se compiló en 2012 el libro *Procesos de Certificación Ambiental de las Edificaciones Sustentables* y para Noviembre de 2013 arrancó el Programa Universitario de Sustentabilidad (PLUS), en el que se incluyen políticas, estrategias y reglas para que su comunidad potencie acciones a favor del cuidado y manejo del agua, suelo, aire, flora, fauna, gestión integral de energía y residuos (Universidad de Guadalajara, 2015). Asimismo, en el Centro Universitario de Tonalá de la misma Universidad, se trabaja en la creación de equipo para pruebas de materiales bajo el Modelo de Transferencia de calor Dependiente del Tiempo y el Modelo de Transferencia de calor Independiente del tiempo, el desarrollo de una propuesta normativa para el Área Metropolitana de Guadalajara bajo un planteamiento heliotérmico.

### **4. Parámetros térmicos en México: hacia una nueva metodología en el diseño habitacional**

El sector de la Construcción representa uno de los rubros más importantes, debido al potencial de crecimiento que genera en un país, ya que proporciona elementos de bienestar básicos a la sociedad. De igual forma, utiliza insumos provenientes de otras industrias como la del acero, el cemento, materiales pétreos, pinturas, etc. Por tal motivo, es uno de los principales motores de la economía al incidir en la generación directa e indirecta de empleos. Sin embargo, el modelo actual de construcción de vivienda poco ha favorecido al usuario, quien poco reflexiona de las condiciones *in situ* y el tipo de materiales utilizados o bien, el comportamiento de esta ante la incidencia de los factores climáticos y sus efectos en el confort térmico.



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

De esta manera los muros y techos de la envolvente de una edificación juegan un papel muy importante en la transferencia de calor del exterior a los espacios interiores. Desde un punto de vista térmico, un buen muro o techo para edificaciones que no cuentan con acondicionamiento de aire contribuye a acercar la temperatura del aire al interior a la zona de confort. De hecho, algunos autores afirman que en la mayor parte del territorio de México, es posible alcanzar el confort térmico al interior de las edificaciones usando un adecuado diseño bioclimático que incluya la correcta selección de materiales a usar para la envolvente (Barrios *et al*, 2011).

El parámetro más usado para la evaluación térmica de muros y/o techos es la resistencia térmica (R). Se considera que entre más grande sea el valor R, mejor será el desempeño térmico (ASHRAE 2005; ISO-6946, 2007). Sin embargo, esta conclusión sobre el valor de la resistencia térmica está basada en un análisis de transferencia de calor en estado estacionario que es una buena aproximación para edificaciones que usan aire acondicionado y además, cuando la amplitud de la oscilación de la temperatura exterior es pequeña y las ganancias por radiación solar son bajas (Kuehn, Ramsey y Threlkeld, 2001; Barrios *et al*, 2011).

En los climas de México en los cuales las diferencias de la temperatura inferior y superior promedio para un día típico tienen variaciones drásticas no es recomendable el basar la selección de los materiales de construcción solo en el parámetro de la Resistencia térmica pues puede producir una equivocada selección de los materiales de la envolvente de una edificación en dichos climas. En estas condiciones, un alto valor de la resistencia térmica no asegura un buen desempeño térmico, es necesario también que la envolvente tenga una alta capacidad de almacenamiento térmico y una disposición adecuada de las capas



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

que lo conforman. De igual forma, a un factor de decremento más pequeño mejor será comportamiento del sistema constructivo (Barrios *et al*, 2012).

### Conclusiones

En el sector vivienda, uno de los problemas más grandes que se tienen radica en la imitación; pues, a lo largo de todo México y en muchas ciudades del mundo, suelen copiarse diseños tipológicos de otras latitudes, donde prevalecen diferentes condiciones sociogeográficas. Es decir, esta llamada imitación extralógica, en ocasiones propaga experiencias agradables y en otras ocasiones solo está en función del prestigio del modelo y el valor objetivo de la novedad (Rosado, 1977).

Estos modelos habitacionales son copiados, ya sea por cuestiones de estatus, negligencia o por interés comercial, evadiendo de esta forma el proceso creativo de la observación, creación y experimentación que harían que la nueva construcción se adapte a las condiciones geográficas, sociales, culturales y económicas de una determinada población.

En este sentido, el tema del uso de la energía en la vivienda representa un campo de estudio fructífero tanto para los académicos como para el sector de la construcción. Por ello, es necesario proponer un diseño arquitectónico específico, que incorpore tecnologías de bajo consumo energético y diseñar innovaciones tecnológicas que permitan el aprovechamiento óptimo de fuentes renovables de energía, es necesario revisar el funcionamiento actual del tejido social urbano, cuyo consumo energético esta dado, no solo por las condiciones de la vivienda en sí, sino por los patrones de consumo que condicionan el *modus de vivendi*.





## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

En resumen, la eficiencia energética, las nuevas tecnologías, la regeneración de suelos y las técnicas de eficiencia para ahorrar agua y energía, cuyos principios incluyen la adaptación al entorno, la consideración de las estructuras urbanas heredadas, las ciudades paseables, la integración con la escala regional y diseño desde la escala humana (Higueras, 2009), representan la base para alcanzar la sostenibilidad urbana.

### Bibliografía

ASHRAE. *Handbook Fundamentals*, SI edition, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, U.S.A., 2005.

BARRIOS, G., HUELSZ, G., RECHTMAN, R. y ROJAS, R. “Wall/roof thermal performance differences between air-conditioned and non air-conditioned rooms”, *Energy and Buildings*, 2011, 43:219-223.

BARRIOS, G., HUELSZ, G., RECHTMAN, R. y ROJAS, R. (2011). “Importancia del análisis de transferencia de calor dependiente del tiempo en la evaluación del desempeño térmico de la envolvente de una edificación”, en Figueroa C. Aníbal, *Estudios de Arquitectura Bioclimática* volumen X. D.F, México, 2011, Universidad Autónoma Metropolitana.

BARRIOS G., HUELSZ G., RECHTMAN R., OCHOA J. M., ROJAS J. y MARINRIC I. “Parámetros para medir el desempeño térmico de muros/techos de la envolvente de una edificación que no usa aire acondicionado”. *XXXIII Semana Nacional de Energía Solar*, 2012, Asociación Nacional de Energía Solar.

BOADA M. y TOLEDO M. V. *El planeta, nuestro cuerpo. La ecología, el ambientalismo y la crisis de la modernidad*, Primera Edición, Fondo de Cultura Económica, D.F. México, 2004, 150 páginas.



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

HIGUERAS E. (2009). *El reto de la Ciudad habitable y Sostenible*, Primera edición, Editorial DAPP, España, 2009, 150 páginas.

ISO. “ISO-6946 Building Components and Building Elements, Thermal Resistance and Thermal Transmittance Calculation Method”. 12 de Marzo de 2015. [en línea] [http://www.iso.org/iso/catalogue\\_detail.htm?csnumber=40968](http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=40968)

KUEHN T.H., RAMSEY W.W., y THRELKELD J.L. (2001). *Thermal Environmental Engineering*, Prentice Hall, New Jersey, 2001, p. 559-560.

LEFF E. *La racionalidad ambiental: La reapropiación social de la naturaleza*, Siglo XXI editores, Distrito Federal, México, 2004, pág. 536.

OLGYAY V. *Design with the climate: bioclimatic approach to architectural regionalism*, New Jersey, Princeton, University Press. E.U.A., 1963.

PALAPA. “Revista Académica”, 10 de Mayo de 2015. [en línea] <http://revistasacademicas.u.col.mx/index.php/palapa/index>

ROSADO L. F. *Introducción a la sociología*. Primera edición, Editorial Porrúa, D.F. México, 1972, 314 páginas.

SALAZAR-MAÑAS S. “Construcción y Desarrollo Sostenible: Arquitectura Bioclimática”. *Tesis de Maestría*. Universidad de Almería, Almería, España, 2011.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA. “U de G creará Plan Universitario de Sustentabilidad”. 2 de Junio de 2015. [en línea] <http://www.udg.mx/es/noticia/en-breve-udeg-creara-su-plan-universitario-de-sustentabilidad>.