

## LA BIO-CONSTRUCCIÓN COMO UNA ALTERNATIVA EN LA BÚSQUEDA DE LA SOSTENIBILIDAD: EL CASO DEL BAMBÚ

Pablo José Acevedo<sup>1</sup>

Desde el 1948 en la Declaración Universal de los Derechos Humanos, decretada por la Organización de las Naciones Unidas, se estableció como derecho fundamental humano el acceso a vivienda segura (ONU, 2014). No obstante en la actualidad según estadísticas oficiales del Banco Mundial existen por lo menos 900 millones de personas (aproximadamente 15% de la población ó 1 de cada 7) viviendo bajo condiciones de pobreza extrema (Mundial, 2014). Por lo tanto queda evidente que se necesita más que una declaración para lograr socorrer a una alarmante cantidad de personas que no tienen acceso equitativo a los recursos básicos y necesarios para el desarrollo de viviendas aptas y seguras.

Además de la pobreza y su desigualdad social, otro factor alarmante es la continua destrucción de la naturaleza. Hace más de 20 años la Evaluación mundial de la Degradación Antropogénica de los Suelos (GLASOD) demostró que más del 15 % de la superficie total de las tierras en todo el mundo había sufrido daños (Oldeman & Hakkeling, 1991). Entre estos factores de degradación se encuentra la deforestación, la agricultura, los procesos industriales y de urbanización (UNEP, 2002). Hasta el presente ninguna de estas prácticas ha dejado de amenazar la ecología de nuestro planeta.

La continua e incansable carrera por el crecimiento económico de las corporaciones y naciones ha propiciado la explotación desmedida de la naturaleza generando condiciones miserables de pobreza para muchos seres. Pertinente a la ingeniería civil, la planificación urbana, la arquitectura y otras ramas afines, se ha determinado que el modelo de desarrollo convencional consume el 50% del total de los recursos naturales, el 40% de la energía, genera el 50% de los residuos y emite un tercio del dióxido de carbono a nivel mundial (Bellart y Mesa, 2009).

Por consiguiente, el uso absoluto de materiales convencionales en la construcción como el cemento, la cerámica, los derivados fósiles, el acero y otros metales ejerce una gran presión sobre los recursos naturales que provee el planeta hasta el punto de la falta de sustentabilidad. Al mismo tiempo, los avances en el conocimiento y técnicas sobre la utilización apropiada de estos materiales convencionales es difícilmente accesible a los sectores sociales pobres y marginados. Por esta razón y en la búsqueda de un bienestar colectivo, justicia social y ecológica se considera urgente abrir y concentrar los campos del conocimiento y la experimentación hacia el desarrollo de sistemas realmente sustentables.

A lo largo del tiempo el término “sustentabilidad” sufrió diferentes transformaciones hasta llegar al concepto moderno basado en el desarrollo de los sistemas socio-ecológicos para lograr una nueva configuración en las tres dimensiones centrales del desarrollo sustentable: la económica, la comunidad y la ecología (Calvente, 2007). Dentro de este concepto y como contraparte al modelo de la construcción convencional se expone la alternativa de la bio-construcción. Este término se define como un sistema de edificación o establecimiento de viviendas, refugios u otras construcciones, realizados con materiales de bajo impacto ambiental o ecológico, reciclados o altamente reciclables, o extraíbles mediante procesos sencillos y de bajo costo (Wikipedia, 2014). En el presente existen muchos esfuerzos dirigidos a optimizar y estandarizar técnicas de bio-construcción que permitan el desarrollo de estructuras seguras y limpias con desempeños adecuados en los eventos de movimientos sísmicos y de vientos fuertes.

Durante la búsqueda de materiales sustentables y ecológicamente amigables se ha podido identificar el bambú como una opción muy promisoría. Este material es un recurso natural con capacidad de ser renovable que, sin necesidad de procesos industriales, proporciona un buen desempeño estructural para algunas aplicaciones. Además, con diferentes técnicas de preservación puede disminuir su susceptibilidad a ataques de insectos y hongos causantes de su degradación física y mecánica.

---

<sup>1</sup>Estudiante de Maestría en Ingeniería Estructural, Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico 00681. E-mail: pablo.acevedo@upr.edu.

A diferencia de los árboles, el bambú se considera como una grama gigante, perenne y de rápido crecimiento. Cada planta se compone de individuos interconectados por un sistema de raíz común conocido como rizoma, de hojas y ramas sujetas por un culmo/caña formado de nudos y entrenudos. Desde el punto de vista botánico, el bambú, se clasifica dentro de la familia Bambusoideae, perteneciente a las Gramíneas. En el presente se han identificado más de 60 géneros diferentes que abarcan alrededor de 1100 a 1500 especies (Jaspreet, 2009).

Aunque el ser humano ha esparcido el bambú a través de todo el mundo, la distribución geográfica natural del esta planta abarca las zonas tropicales, sub-tropicales y templadas. Esta grama gigante es nativa de cuatro continentes, entre ellos el Pacífico Asiático, Australia, África, las Américas y se puede encontrar tanto a nivel del mar como hasta los 4000 metros de altura sobre su nivel (Hidalgo-López, 2003).

Aunque en los procesos de implementación agro industrial el bambú se ve como una amenaza y molestia, en la visión de enfoque agro-ecológico este recurso representa un icono de la conservación y biodiversidad. El bambú en su estado natural es un componente orgánico y vivo, con función activa en la ecología de su entorno. Al mismo tiempo que este recurso estabiliza el terreno evitando su erosión, protege de evaporación excesiva a los cuerpos de agua, regula el contenido de humedad del suelo y como la mayoría de los organismos vegetales, purifica el aire captando eficazmente el gas carbónico y liberando oxígeno (Acevedo Acevedo, 2013).

A diferencia de los productos maderables obtenidos a través de los procesos de desforestación y explotación de recursos boscosos, el bambú tiene la capacidad de ser aprovechado sin exterminar la ecología de sus bosques. Su rápido crecimiento y maduración lo coloca como una de las opciones más viables y prometedoras para la implementación de proyectos de sustentabilidad, conservación ecológica y desarrollo integral de comunidades rurales a corto, mediano y largo plazo.

Como cualquier otro material estructural, el desarrollo de las técnicas y aplicaciones del bambú han sido parte de un largo proceso de intentos, fracasos y nuevos intentos. Luego de que la raza humana descubriese el bambú y estableciera usos prácticos, comienza el desarrollo de una cultura cuyo transcurso evolutivo como material de construcción se puede demarcar por los procesos constructivos tradicionales, modernos y ultramodernos (Stamm, 2008).

Realmente se desconoce el momento preciso en el cual los seres humanos utilizaron el bambú por primera vez como un recurso. Pero se ha sugerido que el material de esta planta pudo haber sido utilizado por el Homo erectus en el sur de Asia hace más de un millón de años (Foley Lewin, 2004). Desde una perspectiva más concreta, existe literatura donde queda referenciada la utilización del bambú para la construcción de puentes, tuberías y estructuras para el año 58-75 D.C. por la dinastía Han en China. También fueron documentadas en las crónicas españolas, desarrolladas en el proceso de invasión europea a las Américas, la presencia de complejos puentes y hogares construidos por los habitantes indígenas (Hidalgo-López 2003). Dada su disponibilidad y simple manejo el bambú se convirtió en el material utilizado durante cientos de años por los indios, campesinos y familias sin recursos en las zonas rurales alrededor de todo el mundo. Estos grupos son quienes desarrollaron la base del conocimiento que hoy en día nos permite una comprensión profunda del bambú.

Los sistemas de construcción tradicional son la base de la utilización del bambú como material estructural y se pueden dividir en conceptos arcaicos, estructuras tribales y la construcción tradicional tecnificada. Cada uno de ellos asciende al mejoramiento y mayor eficiencia en la utilización de este recurso.

Los conceptos estructurales arcaicos se podrían definir como el conjunto de técnicas desarrolladas con los primeros intentos de utilizar el bambú como material y herramienta de creación. Estos conceptos arcaicos se orientan al desarrollo de sistemas de pórticos (columnas y vigas) con techos en forma de conos cubiertos por ramas tejidas y cestas (Stamm, 2008).

Posteriormente aparecen las estructuras tribales con bambú, cuales se podría adjudicar a la aplicación de la sabiduría ancestral indígena en el sector de la construcción. Entre las técnicas aplicadas al desarrollo de estructuras tribales se puede encontrar el curado y fermentación del bambú con los ciclos lunares, el desarrollo de cortes adecuados para ensamble de uniones, amarres con fibras naturales y/o animales, técnicas levantamientos de paredes con bambú y tierra llamados bareque y terminaciones de curvas naturales en los techados (Stamm, 2008).

La construcción tradicional tecnificada comienza al fusionar el bambú y sus técnicas más apropiadas con los materiales productos de la industrialización. Por ejemplo la utilización de preservativos químicos, aceros para el desarrollo de uniones, morteros como refuerzo, desarrollos de estructuras de varios niveles y utilización de techados con cerámicas y láminas metálicas.

Este proceso de perfeccionamiento en el uso de bambú ha permitido la adquisición de un vasto conocimiento técnico y práctico acerca del material. Desde hace más de una década se han establecido sistemas de construcción moderna donde el bambú juega un papel principal. Estos sistemas incorporan la ingeniería en su amplio campo. La construcción moderna incluye la preservación y secado tecnificado del material, la elaboración de cerchas complejas, elaboración de uniones con alta resistencia, y la comprensión del desempeño para la elaboración de cálculos estructurales (Stamm, 2008).

Más allá de suplir con una función estructural el bambú tiene la capacidad de ser un material versátil. Además de su utilización como material rollizo, es posible extraer latas y fuertes fibras. El mejor entendimiento de este material ha permitido el desarrollo de estructuras ultramodernas cuales incluyen estructuras reticuladas, “hypars” (paraboloides hiperbólicos), membrana tensada, conchas, estructuras tejidas y desarrollo de bambú compuesto (Stamm, 2008).

Independiente a la evolución en el entendimiento y uso de esta planta, es fundamental establecer que el bambú ha sido un recurso con un papel fundamental en el desarrollo de las comunidades en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. En el presente, a través del INBAR (Red Internacional de Bambú y Ratán) y otras organizaciones, este recurso sigue siendo un gran protagonista de proyectos que buscan disminuir la brecha de pobreza entre las comunidades, dando el espacio para proveer acceso a oportunidades de empleo y a estructuras seguras para el desarrollo de hogares, escuelas, refugios y más.

Gracias al incansable trabajo de la comunidad de científicos, ingenieros, arquitectos y artesanos enfocados en demostrar la efectividad y capacidad del bambú, en el presente se cuenta con códigos, normas y recomendaciones vigentes al momento de su incorporación como elemento estructural. Entre los documentos relevantes se pueden mencionar:

- El Capítulo G del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), incluyendo el conjunto de Normas Técnicas Colombianas para el bambú.
- ISO 22156: Diseño Estructural- Bambú.
- "Acceptance Criteria for Structural Bamboo", ICBO (The International Conference of Building Officials).

La urgencia de cambiar hacia sistemas más humildes en consumo, justos en su distribución y que nos dirijan hacia una sustentabilidad y armonía con todos los seres y elementos, ha despertado un movimiento de vanguardia en Latinoamérica y el Caribe. Universidades de México, Nicaragua, Costa Rica, Colombia, Venezuela, Ecuador, Brasil, Cuba, Puerto Rico y muchas otras han abierto sus recursos disponibles para la evaluación física, mecánicas y la experimentación con el bambú disponible. Sin duda en algún momento esta base de conocimiento acerca del bambú que Latinoamérica y el Caribe están desarrollando hoy, servirá como una alternativa para amortiguar los severos daños ocasionados por la cultura neoliberal y su explotación que suple al consumo desmedido.

## REFERENCIAS

- Acevedo-Acevedo, P.J. (2013). “Bambú tropical como material alternativo para construcción de estructuras, elaboración de herramientas y artesanía”, OpenStax CNX (formerly Connexions), a non-profit digital ecosystem.
- Bellart-Creville, M., y Mesa-Marcos, S. (2009). “Impacto Ambiental y Ciclo de Vida de los Materiales de Construcción”, Proyecto Final, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España.
- Calvente, A.M. (2007). “El concepto moderno de sustentabilidad”, Centro de Altos Estudios Globales, Universidad Abierta Interamericana, pp. 1–7.
- Foley-Lewin, R.R. (2004). *Principles of Human Evolution*, 2nd. Edition, Wiley-Blackwell Science Ltd, UK.
- Hidalgo-López, O. (2003). *Bamboo: The Gift of the Gods*, O. Hidalgo-Lopez, Ed., pp. 1–10, Bogotá, Colombia.

- Jaspreet, G. (2009). "Bamboo Housing in Pabal", In Engineers Without Borders-UK Research Conference 2009: The Social Dimensions of Engineering Research, London, UK.
- Mundial, G. del B. (2014). Pobreza. Indicadores del desarrollo mundial. Recuperado el 3 de enero de 2014, de: <http://datos.bancomundial.org/tema/pobreza>.
- Oldeman, L. R., Hakkeling, R.T. y Sombroek, W.G. (1991). World map of the status of human-induced soil degradation - An explanatory note, Working Paper and Preprint, International Soil Reference and Information Centre (ISRIC). Recuperado de: [http://www.isric.org/isric/webdocs/docs/ISRIC\\_Report\\_1990\\_07.pdf](http://www.isric.org/isric/webdocs/docs/ISRIC_Report_1990_07.pdf)
- ONU (2014). Declaración universal de los Derechos Humanos. Recuperado de: <http://www.un.org/es/documents/udhr/>.
- Stamm, J. (2008). "La evolución de los métodos constructivos en bambú", ponencia presentada en el Congreso Mexicano de Bambú, marzo de 2008, Puebla, México.
- UNEP - United Nations Environment Programme (2002). "Geo-3 Global Environment Outlook". Land Degradation. Recuperado de: <http://www.unep.org/geo/geo3/english/141.htm>.
- Wikipedia (2014). "Bioconstrucción", Wikipedia. Consulta del 3 de abril de 2014 de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Bioconstrucción>.