



## INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE LA ECO-ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA EN LAS EDIFICACIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR DEL MUNICIPIO MARACAIBO

(Technological innovation of Eco Surrounds architectural in higher education buildings in Maracaibo)

Recibido: 09/07/2014 Aceptado: 19/05/2015

**Guerrero, Alejandro**

Universidad Piloto de Colombia, Colombia

[ajguerrero1@hotmail.com](mailto:ajguerrero1@hotmail.com)

### RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo principal analizar la innovación tecnológica y aplicación de la Eco-envolvente arquitectónica en las edificaciones institucionales de educación superior de la ciudad de Maracaibo. Se consultaron las teorías de Mandado y col. (2003), Jaramillo y col. (2001), Varini (2009), Sosa y Siem (2008), entre otros. La investigación es de tipo descriptiva, con un diseño mixto, de campo y documental, no experimental, transversal. Se trabajó con una población conformada por las instituciones de educación superior privada y pública de la ciudad de Maracaibo, se empleó una muestra no probabilística y un tipo de muestreo intencional. Se empleó la observación mediante encuestas, las cuales se sometieron a la validación de cinco (5) expertos y la confiabilidad se determinó a través de la aplicación de una prueba piloto a una población similar a la estudiada, luego los resultados se vaciaron en una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel 2010, estos arrojaron un índice muy alto (de 0,91 de confiabilidad) en las dos variables estudiadas. Se concluyó que existe una frecuencia parcial de la innovación tecnológica en los sistemas de Eco-envolvente, esta carencia está influenciada por las dimensiones: cultural, político, económico y arquitectónico. Lo anterior representa las condiciones insostenibles de los espacios interiores, donde no existe un aprovechamiento de las condiciones naturales, meteorológico y climático de la ciudad de Maracaibo. En la actualidad, estas condiciones se manifiestan en el uso incontrolado de los sistemas mecánicos de enfriamiento como solución de calidad térmica, que se convirtió en las soluciones tecnológicas de los proyectos arquitectónicos para clima cálido-húmedo.

**Palabras clave:** innovación tecnológica, innovación de productos, innovación de procesos, eco-envolvente arquitectónica, estilo arquitectónico.

### ABSTRACT

This research had as main objective to analyze the technological innovation and application of the Eco-architectural envelope in institutional buildings of higher education in the city of Maracaibo. Billed theories consulted et al. (2003), Jaramillo et al. (2001), Varini (2009), Sosa and Siem (2008), among others. The research is descriptive, not a mixed experimental, cross-sectional design of field and documentary. We worked with a population made up of public and private institutions of higher education in the city of



Maracaibo, a non-probability sample and a type of purposive sampling was used. observation was used by surveys, which were subjected to the validation of five (5) experts and reliability was determined by applying a pilot to a similar study population, then the results were emptied on a sheet calculation of Microsoft Excel 2010, this program showed a very high rate (of reliability 0.91) in the two variables. It was concluded that there is a partial rate of technological innovation in the Eco-surround systems, this gap is influenced by the dimensions: cultural, political, economic and architectural. This represents unsustainable conditions indoors, where there is no exploitation of the natural, meteorological and climate conditions of the city of Maracaibo. At present, these conditions are manifested in the uncontrolled use of mechanical cooling systems and thermal quality solution, which became the technological solutions of architectural projects for hot and humid climate.

**Keywords:** technological innovation, product innovation, process innovation, eco surrounds architectural, architecture.

## INTRODUCCIÓN

La reflexión tratada en esta investigación aglomera conocimientos parciales que tienen como cimiento las bases teóricas. En la actualidad, la mayoría de los países latinoamericanos están viviendo momentos confusos y difíciles, al intentar alcanzar una permanencia en el futuro como sociedades libres e integradas en un Estado Nacional, en el que el fantasma del capitalismo es utilizado como el transporte para ejercer control y poder, por parte de factores exógenos.

Para la década de los noventa, se produjo un crecimiento en la economía global y en la productividad, las cuales encontraron un gran apoyo en la ciencia, internet y nuevas tecnologías, lo que trajo una nueva crítica de la economía tradicional, que sirve como un punto de inicio para nuevas teorías que se caracterizan por el capitalismo, expansión de las empresas, creación de empleo, ampliación de los precios y dependencia de los países. Se dice que el futuro del hombre desde la perspectiva de la economía, sociedad y el ambiente es la innovación tecnológica, por esta razón en las organizaciones e instituciones se necesita la construcción de estrategias teóricas cimentadas en la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i).

Con respecto a la innovación tecnológica, un porcentaje alto de los países latinoamericanos continúa sumergido en la dependencia tecnológica con los países industrializados. Así, se ha manejado la investigación y el desarrollo de manera fragmentada, produciendo la existencia de divergencias o brechas tecnológicas que son causadas por diferentes razones: políticas, culturales, sociales, económicas, ambientales.

En Venezuela, la innovación tecnológica se continúa utilizando como un mecanismo indispensable para la expansión económica continua y explotación discriminada de los recursos, generando una baja capacidad endógena de ciencia y tecnología, con una alta dependencia de la tecnología generada por los países industrializados; se puede decir que esto no permite solucionar las demandas y necesidades básicas en nutrición, salud,



educación y ambientales. También, el país cuenta con un patrimonio natural con características propias que necesita de la I+D para su utilización.

Habiendo explicado esto, se propone que los sistemas eco-envolventes arquitectónicos juegan un papel clave para el diseño bioclimático, en el control energético de climatización e iluminación de las edificaciones. Estos sistemas no deben ser necesariamente fijos, opacos, y mono-funcional.

Alvarenga (2013) propone el concepto de cerramientos arquitectónicos, que son comprendidos como una barrera entre el exterior y el interior, es decir, algo que aísla, impide el contacto y el paso de las condiciones climáticas perjudicial para los espacios interiores de las edificaciones.

La ciudad de Maracaibo cuenta con un clima cálido húmedo con una temperatura de 35 °C promedio. Para este tema, se han realizado y aplicado diferentes alineamientos de calidad térmica para permitir la construcción de edificaciones sustentables, a través de regulaciones por organismos públicos como Oficina Municipal de Planificación Urbana (Ompu), tratando de buscar la concientización de los ciudadanos para poder preservar los recursos naturales para las futuras generaciones.

Pero, los resultados no son los mejores. Se continúan aplicando soluciones de cerramientos tradicionales que no cuentan con el proceso de diseño integrado propuestos por los especialistas. Esto, además, rompe con el proceso de I+D en la búsqueda de nuevas eco-envolventes arquitectónicas que responde en forma eficiente con el clima tropical de la región, lo que a su vez genera el uso excesivo de sistemas mecánicos de enfriamiento.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, el propósito de investigación fue analizar la innovación tecnológica y aplicación de la eco-envolvente arquitectónica en las edificaciones de educación superior en la ciudad de Maracaibo del Estado Zulia, Venezuela.

## **INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

En un proceso de evolución de los conceptos, se llegó a una integración de la innovación y la tecnología transformándola en una variable fundamental para el desarrollo de las organizaciones y mejorando las posibilidades de supervivencia y sus resultados.

En el Manual de Oslo (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y EUROSTAT, 1997) se definen a las innovaciones tecnológicas incluyendo los productos, bienes y procesos, así como las modificaciones tecnológicas que se llevan a cabo como método de actualización y mejora.

En este mismo orden, la fundación para la innovación tecnológica COTEC (2001), define la innovación tecnológica como aquella que brota tras el uso de tecnología con el fin de implantar cambios en las empresas. Tradicionalmente, este tipo de innovación se ha venido asociando a cambios en los aspectos relacionados directamente con los medios de producción.



A juicio de Mandado y col. (2003), se establece la innovación tecnológica como “el resultado del desarrollo tecnológico que da lugar a un producto nuevo, al establecimiento de un nuevo proceso o servicio, o a la mejora sustancial de los existentes”.

Tomando en cuenta las anteriores definiciones, se puede establecer que hay aspectos que están relacionados entre todos los conceptos: detección de las necesidades del mercado, la identificación de una oportunidad tecnológica y la capacidad técnica y administrativa de la empresa, además de la producción de conocimientos para desarrollar nuevos productos o procesos.

### **TIPOS DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

Se describe una tipología de innovación tecnológica según su grado de intensidad, asentada en un conjunto de conceptos interrelacionados. Para Mandado y col. (2003), la clasificación de las innovaciones tecnológicas según los tipos de componentes y relación entre ellos:

a) La innovación tecnológica incremental: es la que no modifica sustancialmente los componentes y además mantiene la misma relación entre ellos. Consistente en una mejora de los componentes que proporciona, a veces, una importante transformación del producto o del proceso.

b) La innovación tecnológica modular: es la que surge al cambiar alguno de los componentes del producto, al mismo tiempo que se mantiene la misma estructura de relaciones. Se caracteriza porque en ella tiene gran importancia la compatibilidad entre componentes y por ello está ligada a la normalización, tanto interna de la empresa como a la llevada a cabo por organismos externos a la misma.

c) Innovación tecnológica arquitectónica: es la que se basa en mantener los mismos componentes y modificar la relación entre ellos. No suele conllevar un avance en la tecnología que se está aplicando y además en algunos casos no es visible porque, en el caso de un producto, aspecto externo y las funciones que se realiza son las mismas.

d) La innovación tecnológica radical: consiste en la introducción en el mercado de un producto totalmente nuevo, es decir, formado por componentes nuevos unidos a través de una configuración también novedosa. Puede existir tanto en producto como en proceso y es la que más contribuye a la imagen de marca de una empresa en un sector industrial determinado.

### **NATURALEZA DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

Al describir la variedad de definiciones que existen sobre la variable de innovación tecnológica, se determinó la existencia de la clasificación por naturaleza de la innovación de productos y procesos.

De acuerdo a Sáez y col. (2006):



“El ritmo y el alcance de los cambios que se generaron en las organizaciones y en las actividades que se desarrollaron sin contar con precedentes históricos. La globalización e intensificación de la competencia, el avance tecnológico, el aumento de las exigencias de los consumidores y los cambios en los modelos de legislación son algunos de los factores que están haciendo de la transformación una herramienta para confrontar el actual nivel de competitividad”.

Por consiguiente, en este punto se produce la naturaleza de la innovación, que puede ser de productos y procesos (conocido como TPP), por actividades de innovación y por firma innovadora. Se incluye: la implementación tecnológica de nuevos productos y procesos, o mejoras significativas en estos, ya sea como resultado de la difusión de conocimientos tecnológicos o de inversiones en investigaciones y desarrollo que originan novedades a nivel de la empresa.

Según Jaramillo y col. (2001), en el texto Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe (mejor conocido como Manual de Bogotá), se establece la naturaleza de la innovación tecnológica como las actividades que se realizan para planear, producir y comercializar productos nuevos o con características para el mejor desempeño.

Continúan Jaramillo y col. (2001) que la innovación puede presentarse de dos maneras:

“La primera es como un producto tecnológicamente nuevo, es decir, un proyecto cuyas características tecnológicas difieren significativamente de las correspondientes a los productos anteriores.

La segunda forma es la de producto existente tecnológicamente mejorado. Esto se puede dar por el uso de componentes o materiales de mejor desempeño, o por un producto complejo compuesto de un conjunto de subsistemas técnicos integrados que pudo haber sido mejorado a través de cambios parciales en algunos de los subsistemas que lo conforman”.

Características de la innovación de producto:

- a) Productos tecnológicamente nuevos o mejorados.
- b) Manejo de nuevos conocimientos de tecnología dura y blanda.
- c) Introducción de nuevos bienes y servicios y las mejoras significativas de las cualidades y funciones de bienes y servicios existentes.
- d) Mejora significativa de productos existentes, generando cambios en los materiales, técnicas, calidad y uso de los componentes para alcanzar un mejor rendimiento.
- e) Está compuesta de tecnología nueva. Pueden basarse en combinar tecnología existente generando nuevos usos.

Para Valbuena (2009), en la innovación en procesos se adoptan métodos tecnológicos cada vez con mayores mejoras. En los modelos de distribución se agregan cambios en los equipos o en la organización de la producción. A su vez, esa tecnología se aplica para producir otras mejoras.

Según el Manual de Oslo (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y EUROSTAT, 1997), las innovaciones de los productos y procesos pueden ser novedosas para la firma en el ámbito global, así como estar referido al mercado de operación de la empresa o un área geográfica determinada.

### **ELEMENTOS DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

Las innovaciones tecnológicas son herramientas con rasgos propios que fusionan formas tradicionales de presentar el contenido originado con los avances tecnológicos.

Para Carballo (2004): “Las nuevas tecnologías tienen características propias, que combinan viejas formas tradicionales de presentar los contenidos provenientes de los avances tecnológicos”.

Bueno (2005; citado por Vanegas, 2010) destaca que: “(...) para que exista una innovación tecnológica real deben producirse en forma simultánea tres condiciones: uso de tecnologías mejores que las anteriores, dirigirse a necesidades que la sociedad acepte e introducirse en mercado a costos que éste acepte”.

Dado lo anterior, Vanegas (2010) establece que en la actualidad existe la tendencia de generar tecnología. La autora señala que para que esto se cumpla, se deben identificar los factores para poder dinamizar la función de producción y asumir los riesgos que pueda generar la innovación. De acuerdo a esto, se percibe a la institución actual como activa, en el proceso de preparación de un clima favorable para la innovación.

Para Carballo (2004) y Vanegas (2010), los elementos de la innovación tecnológica se comprenden en:

**Cliente:** Carballo (2004) explica que “el cliente representa el área de escasez o necesidad, por una parte y en ese sentido es la oportunidad central de las empresas y de las personas para hacer las mejor”.

**Calidad:** se define como un “requisito técnico”, que toda organización debería perseguir. La demanda de este aspecto por parte de los clientes sigue aumentando, en la medida que se aumentan métodos para garantizar la calidad en un ambiente competitivo (Vanegas, 2010).

**Comunicación:** en los procesos innovativos se emplean los flujos de información y la comunicación como plataforma que garantiza la eficacia, la calidad y la unión del componente tecnológico y el personal de una organización.

**Estilo directivo:** cada acción y cambio son traducidos como una toma de decisiones por parte del equipo directivo de una organización. La comunicación, la gerencia y la



previsión son componentes incluidos dentro del estilo que propone la dirección empresarial.

### **ECO-ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICO**

El territorio de Maracaibo se caracteriza por la generosa disponibilidad de recursos y biodiversidad, y condiciones climáticas de temperaturas elevadas durante todo el año.

La industria de la construcción venezolana se identifica por la asimilación pasiva de tecnologías extranjeras (materiales, tipologías), principalmente en el tema de las fachadas arquitectónicas con soluciones racionalistas, que a su vez, ha dejado en un segundo plano la protección solar por la llegada del aire acondicionado.

De acuerdo con Varini (2013), la eco-envolvente arquitectónica se plantea como el desarrollo de las soluciones para las edificaciones ubicadas en un clima tropical húmedo, permitiendo el control pasivo de las ganancias térmicas en las superficies y mejorando las condiciones internas, produciendo el confort térmico sin la necesidad de utilizar máquinas térmicas, aplicando componentes de diseño, materiales, especies y tecnologías disponibles en el ámbito local (en un área de 200 kilómetros desde el sitio).

Para Casanova y Hernández (2013), el principio fundamental de la arquitectura es la manipulación espacial, que se encuentra delimitada por los objetos arquitectónicos, que se encuentran conformados por un juego constante de planos, vectores, sustracciones y adiciones bajo el espectro cambiante de la luz, variables que actúan sobre el espacio, envolviendo de manera estructural, funcional y estético.

En las envolventes arquitectónicas, desde su origen a mano del arquitecto Le Corbusier, se dio importancia a la liberación de la fachada respecto al mando tiránico que ejercían las plantas arquitectónicas y las estructuras de las construcciones. A mediados del siglo XX, Le Corbusier, arquitecto exponente del movimiento moderno, postuló 5 estatutos para realizar una redefinición de la manera de concebir y hacer arquitectura.

Los resultados en forma inmediata de esta emancipación generaron el surgimiento de la atrevida ventana horizontal, que venía a romper los paradigmas estructurales conocidos hasta entonces y cimentados en las artimañas de alinear la estructura y hacer entender al espectador que la fachada sostenía mágicamente al edificio. Estas nuevas teorías se convirtieron en el eje principal del movimiento moderno, más preocupado por la especulación y los costos constructivos, dejando en un segundo plano la innovación tecnológica.

Afortunadamente, la tecnología, presintiendo el dogma del movimiento moderno, supo adaptarse a los acontecimientos y puso orden a la desorganización en la que se convirtió la fachada libre, mediante la invención del muro cortina, capaz ahora de dar unidad a la edificación. Los primeros muros cortina de vidrio simpatizaron con otros materiales, investigando quizá la aprobación social y otorgando a las construcciones características del estilo moderno que este mismo movimiento le había arrebatado: la piedra y el mármol.



Estos materiales se transformarían en los elementos habituales de estos muros cortinas, cada vez más complejos y eficientes desde un punto de vista estructural.

Con la llegada de la posmodernidad, el remordimiento se apodera de los arquitectos modernos, quienes convierten la piedra en un elemento recurrente en los proyectos de este periodo, con lo que se pretende hacer una representación del pasado y presente, utilizando enchapes de piedras como recubrimiento en las fachadas.

Una fachada de mayor calidad puede ser más costosa, pero si produce el equilibrio entre las pérdidas y ganancias de calor, reduce las necesidades de ventilación y reduce la ventilación mecánica (aire acondicionado), o hace descender las facturas de servicios; el valor adicional puede verse compensado por el ahorro posterior.

Asimismo, los materiales adecuados para las envolventes arquitectónicas deben poseer cualidades como: reducido contenido energético, baja emisión de gases de efecto invernadero (como  $\text{CO}_2$  -  $\text{NO}_x$ - $\text{SO}_x$ ), ser reciclados, que sean de la región, usar gran cantidad de materiales de reutilización. Entre los materiales utilizados para las envolturas arquitectónicas que mayor energía propia poseen están los aluminios primarios, el aluminio comercial con 30% reciclado, el acero, el vidrio, el poliuretano y los paneles tipo sándwich.

Los materiales acristalados pueden ser más dinámicos para responder a cambios a corto y largo plazo en las condiciones interiores y exteriores de una edificación. Sus funciones son más complejas: como la iluminación natural, proporcionar vistas y comunicación con el exterior, calentar a través del uso controlado de la ganancia solar y refrigerar a través de la sombra y la ventilación (Hernández, 2010).

Las envolventes arquitectónicas son subsistemas constructivos que representan la calidad, desempeño e imagen del edificio.

Varini (2009) explica:

“La literatura técnica utiliza referencias biológicas como metáforas de un sistema complejo y articulado como el de las envolventes arquitectónicas ya que comparten funciones y comportamientos similares. También se le conoce como pieles, cascadas, pieles dobles, es reconocible de inmediato si observamos que cada organismo, al igual que cada construcción, tiene una consistencia física y responde de forma pasiva o activa al entorno con el cual se relaciona”.

### **ESTILOS ARQUITECTÓNICOS DEL ECO-ENVOLVENTE**

La arquitectura está conformada por la multiplicidad, este fenómeno nos transporta a considerar la arquitectura como entidad variable y relativa (atemporal, universal), que cada generación y grupo histórico establece valores, intereses y formas de observar el mundo (López, 2010).

El surgimiento de un nuevo estilo arquitectónico es el resultado de la integración de factores socio-culturales, sistemas constructivos y materiales, que están disponibles en



cada época y se adapta a las condiciones socio-económicas de cada país. Algunos sucesos en la historia del hombre como el renacimiento, la revolución industrial e inclusive la tecnología actual, originaron un cambio drástico en la forma de fabricar la arquitectura, estos eventos históricos originaron nuevos estilos. La liberación de la fachada de su carácter estructural, ya que no debía soportar el edificio sino limitar su responsabilidad a envolverlo, Varini (2009).

A todo ellos se la suma el violento crecimiento urbano en sus diversas manifestaciones, que paso por la ciudad industrial hasta llegar a la compleja metrópolis, originando una conmoción urbana envolvió, una serie de modificaciones en la disciplina de la arquitectura. También esta los nuevos materiales y técnicas constructivas (hierro, vidrio, producción en serie), López (2010).

### **ESTILO ARQUITECTÓNICO MODERNO**

En la cultura occidental, la formación de la concepción “moderna” (uso racional de nuevos materiales) marcó el principio de la adquisición del concepto “antiguo” (uso de la piedra y ornamentación, las bóvedas y columnas), es decir, la conformación de un monumento histórico, de la voluntad de dejar atrás la “tradición” para retomar un nuevo camino en un mundo cuyo modelo proviene de la historia.

En el caso de la arquitectura, este movimiento se utilizó para designar al arte barroco, impulsado luego del clasicismo, de finales del siglo XVII y de finales del siglo XVIII. Para finales del siglo XIX se reflejaría en el término Art Nouveau.

Para algunos historiadores, el “movimiento moderno” inicia en el siglo XX destacando sus desarrollos y problemáticas esenciales, fundamentados en la complejidad de los fenómenos y los cambios estilísticos, usando como identidad la revolución industrial y el desarrollo de la ciencia (López, 2010).

El Funcionalismo fue un concepto inseparable de esta arquitectura, la cual sigue la premisa de “la forma sigue a la función”. Se consolidaría en 1932 en la exposición de arquitectura moderna en el Museo de Arte Moderno de New York, lo que se conocería como “estilo internacional”, manifestado en los nuevos edificios rectangulares, racionales, puros, con fachadas de cristal.

El modelo moderno del siglo XX utilizó como cimiento la función de la forma (funcionalismo), lo que involucra saber exactamente qué va tener el edificio en su interior, y así la forma exterior se dará por sí sola.

Con la llegada de la Revolución Industrial, al inventarse nuevos materiales como el vidrio y el acero que se comenzaron a utilizar para la construcción de los edificios, se le dio una nueva estética a las construcciones. Consecuentemente, las envolventes arquitectónicas dejaron de ser elementos estáticos, que emancipados de la tarea de soportar la estructura, se volvieron la frontera estética, funcional entre el espacio interior y su contexto natural y urbano (Borden, 2009).



## **ESTILO ARQUITECTÓNICO TECNOLÓGICO (HIGH-TECH)**

El estilo arquitectónico tecnológico (conocido también como High-Tech) es el movimiento arquitectónico de las décadas de los 70. Influenciado por la llegada del hombre a la Luna, es el nacimiento del interés por el uso de la tecnología con la finalidad de cubrir las necesidades insatisfechas del funcionalismo moderno, creando una nueva forma de arquitectura que prioriza la eficiencia, la técnica, la flexibilidad y el uso de la tecnología de punta.

El primer proyecto arquitectónico que fue considerado High Tech fue el “Centro George Pompidou”, obra de los arquitectos Richard Rogers y Renzo Piano, creadores de una nueva forma de arquitectura en la que estaba integrada la eficiencia, la flexibilidad y el uso de la tecnología más avanzada disponible, por encima de la imagen estética. Esta arquitectura se caracteriza por utilizar elementos metálicos aparentes, grandes estructuras sin apoyos intermedios (sujetado con tensores en lugar de apoyarse sobre columnas) y con sistemas de optimización de energía (Borde, 2009).

La geometría paramétrica (cálculo matemático) se ha convertido en el eje principal para la configuración espacial y morfológica de los proyectos arquitectónicos experimentales contemporáneos. Se realiza mediante una manipulación geométrica generalizada de superficies NURBS, polisuperficies isomorfas, hipersuperficies, algoritmos genéticos. En base a esto, se han concentrado los esfuerzos no solo por concebir y controlar las espacialidades sino en avanzar sobre una construcción coherente y con criterios racionalizados de la misma.

## **ESTILO ARQUITECTÓNICO SOSTENIBLE (BIG & GREEN)**

Entre la década de los cincuenta y setenta sucede la apertura de la mano de los llamados “movimiento sociales”, una serie de reivindicaciones que colocarían en la paleta pública los problemas del llamado modelo desarrollo de los países. Los encargados de romper los paradigmas fueron los movimientos feministas y los ecologistas (principalmente). Estos produjeron un cambio en los temas que posteriormente se llamaron, según la Oficina del Alto Comisionado de los Derechos Humanos de las Naciones Unidas, los “derechos humanos económicos, sociales y culturales”.

Uno de los retos es que las edificaciones puedan ser sustentables y autosuficientes, respondiendo en forma positiva a las condiciones sociales, culturales, técnicas y económicas.

De acuerdo al Consejo Asesor de Desarrollo Urbano y Vivienda-Comisión de Desarrollo Sustentable (2007):

“Esta arquitectura debe ser adaptable de acuerdo al tamaño y tipo de predio, a la orientación y ubicación, así como considerando la distancia de edificaciones de frente, posteríos y colindancias laterales, con la finalidad de facilitar la ventilación natural e iluminación natural”.



Esta nueva tendencia tiene como base la utilización de áreas verdes en fachadas, espacios interiores, en las cubiertas de las edificaciones para generando un equilibrio con el medio ambiente, fomentando el uso adecuado de la energía y los recursos, mediante el uso de fuentes de energía alternativas y sistemas de reciclaje de agua y desechos sólidos en beneficios de las futuras generaciones (Borde, 2009).

La buena arquitectura tradicional contenía en sus obras la integración de la arquitectura con la naturaleza, como fue anunciado por Paul Scheerbart (1914) a favor de la producción de obras livianas y transparentes, conformada por vidrios de colores para adaptarse al contexto, entroncado con las cualidades bioclimáticas de la arquitectura de Antoni Gaudí con la finalidad de potenciar paisajes para el uso del ser humano, Montaner (2011).

### **ORIENTACIÓN (ASOLEACIÓN Y CONFORT TÉRMICO)**

La asoleación es la manera en la que la radiación solar incide sobre el lugar específico determinado por su latitud. La orientación y la manera en la cual el edificio capta la radiación solar constituye un aspecto prioritario en cómo puede adaptarse a las necesidades de ganancia de calor o protección del mismo al interior de la edificación (Hernández, 2002).

El hombre primitivo estaba sujeto al ciclo solar y muchos grupos le rendían cultos al sol, orientando los edificios de mayor importancia hacia sus rayos. En la actualidad, la orientación de una edificación es determinante en la cantidad de radiación solar que recibe en las diferentes fachadas, la implantación adecuada para las edificaciones localizadas en el clima cálido-húmedo debe ser este-oeste y las fachadas de ventilación orientadas norte-sur (Guimaraes, 2008).

González (2010) explica que: “La cantidad de radiación absorbida a la superficie es devuelta en forma de radiación de onda larga con el cual se transmite calor a la atmosfera (...) El recorrido solar tiende a norte hacia mediados del año y al sur hacia el comienzo y final de año”.

Según Guimaraes (2008) en los climas cálidos: “(...) la orientación hacia de la mañana es preferible que hacia el sol de la tarde porque cuando el sol incide en las primeras horas de la mañana sobre la fachada este, el aire es más fresco”.

Así, los sistemas de control de cargas de calor solar y deslumbramiento, así como la envolvente de las edificaciones, deben actuar como filtro al paso de la radiación solar, para modular el intercambio de calor entre el exterior y el interior.

### **FORMA ARQUITECTÓNICA (MORFOLOGÍA)**

La forma arquitectónica está compuesta por elementos geométricos de una edificación que conforman un conjunto de características geométricas y volumétricas que integran y definen el edificio. Es el tratamiento de sus volúmenes, sus proporciones y aspecto exterior de estos volúmenes. La morfología de las envolventes puede estar representada



por formas simples o complejas (Sosa y Siem, 2008). La forma arquitectónica es el estado de equilibrio entre la estructuración del espacio y la materia (Borie y col., 2008).

González (2009) señala que la morfología geométrica:

“(...) está compuesta por elementos geométricos que envuelven al volumen, y define cualquier objeto material. Apoyamos en la geometría para separar, descomponer en todas sus partes más simples, y de esta manera analizar y explicar volumen por complejo que sea”.

Las formas arquitectónicas no son inmutables sino que se afronta el diseño del proyecto con un carácter abierto, con capacidad para evolucionar para satisfacer las necesidades que aparezcan en el desarrollo del mismo, requisitos que dejan de ser condicionantes y se convierten en oportunidades de diseño.

La forma de una edificación es el resultado de un proceso complejo que integra los aspectos funcionales, técnicos y estéticos (Hernández, 2010).

A partir de la separación de la forma/contexto, se establecen dos conceptos: espacios y materia. La materia se produce en una continuidad tridimensional; los espacios están divididos en dos sub-espacios diferenciados: un espacio exterior y un espacio interior.

La gran parte de la arquitectura clásica está conformada por relaciones de volúmenes, que en la mayoría de los casos los elementos se funden unos en otros con la finalidad de permitir lecturas complejas a diferentes escalas.

## **MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS**

Los procesos de construcción están identificados como los actores más importantes que contribuyen al calentamiento global.

Los materiales de construcción se caracterizan por absorber, transmitir y acumular energía; este aspecto determina la eficacia de los elementos constructivos en el control o la modificación de las condiciones térmicas. Los sistemas constructivos implican el diseño y ejecución de modelos que garantizan un ambiente interior saludable, el uso racional de los recursos naturales y la aplicación de nuevas tecnologías (Hernández, 2010).

La construcción sustentable abarca la buena utilización de materiales y procesos constructivos. De acuerdo a Cedeño (2010), para alcanzar proyectos sustentables es necesario tener presente cuatro principios básicos y esenciales:

- a) No consumir recursos renovables sin prever las posibles soluciones alternativas para cuando se agote.
- b) No consumir recursos renovables a mayor velocidad que su generación natural.
- c) No producir más cantidad de residuos que los que el medio puede absorber.



d) Cualquier que se desarrolle se debe involucrar a todos los actores de la población.

### **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

La investigación fue de tipo descriptiva, con un diseño mixto: de campo y documental, no experimental y una tipología transversal.

Las unidades (población) de análisis objeto de observación están compuestas por las instituciones privadas y públicas de educación superior de la ciudad de Maracaibo, donde fue necesario emplear una muestra no probabilística y un tipo de muestra intencional originando como resultado un muestreo de dos instituciones: Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacín (URBE) y la Universidad del Zulia (LUZ).

La presente investigación utilizó como técnica la observación directa, la entrevista, la encuesta y el análisis de contenidos. Como instrumento de recolección de datos se tuvo un cuestionario, con cinco (5) alternativas de respuestas, diseñado en función de 51 ítems que permitieron medir el comportamiento de las variables Innovación Tecnológica y Eco-ambiental Arquitectónica, guion de entrevista y triangulación metodológica.

Para validar el contenido del cuestionario se entregó a cinco (5) expertos en el área, quienes revisaron la pertinencia de los ítems con las variables, dimensiones e indicadores, objetivos, así como los tipos de respuestas.

Para determinar la confiabilidad del instrumento se realizó la aplicación de una prueba piloto a una población similar a la estudiada, de un máximo del 30% de la población total de la investigación. Luego, se vaciaron los datos obtenidos de la aplicación de prueba en una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel versión 2010, donde se procedió a calcular el coeficiente de confiabilidad del instrumento, cuyo resultado arrojó un índice de 0,91 lo que indica que el instrumento es confiable (muy alta).

Una vez identificados los informantes claves (Gerentes de departamentos de proyectos, de construcción, de ambiente y de administración), también se le aplicó a la diseñadora de las edificaciones de la Universidad Privada Dr. Rafael Beloso Chacín.

Se construyó un guion de entrevista, que se aplicó a dos especialistas en el tema de innovación tecnológica y la arquitectura. Por último, se elaboró una triangulación metodológica, porque esta investigación estuvo conformada por tres (3) técnicas.

### **RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Para analizar la información recolectada en torno a las variables Innovación Tecnológica y Eco-ambiental Arquitectónica se examinaron los resultados obtenidos por los informantes claves por separado, para luego realizar las pruebas estadísticas respectivas, que permitirán saber si los datos apoyan o no los diferentes objetivos planteados en la investigación.

El análisis de los resultados fue de carácter cuantitativo y cualitativo.



Para el caso cuantitativo se interpretaron los resultados de la media acompañados de la desviación estándar calculadas para todos las dimensiones e indicadores, luego se procedió a realizar la discusión de los mismos. Para los resultados cualitativos, se interpretaron las diferentes bibliografías especializadas en el tema, para, posteriormente, formular las conclusiones y recomendaciones.

**Tabla 1. Dimensión: Tipos de Innovación Tecnológica**

Indicadores	Alternativa de respuesta										Media	Desviación estándar
	MA		DA		NA-ND		ED		MD			
	FA	FR%	FA	FR%	FA	FR%	FA	FR%	FA	FR%		
Incremental	1	7%	8	53%	2	13%	4	27%	0	0%	3.40	1.00
Modular	0	0%	10	67%	4	27%	1	7%	0	0%	3.60	0.63
Arquitectónica	1	7%	11	73%	2	13%	1	7%	0	0%	<b>3.80</b>	<b>0.53</b>
Radical	2	13%	8	53%	2	13%	3	20%	0	0%	3.60	1.04
<b>Total Dimensión</b>	<b>1</b>	<b>7%</b>	<b>9</b>	<b>62%</b>	<b>2</b>	<b>17%</b>	<b>2</b>	<b>15%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	3.60	0.80

**Fuente:** elaboración propia (2014).

Los resultados obtenidos en la Tabla 1 demostraron que los indicadores de mayor presencia en los tipos de innovación tecnológica en la envolvente arquitectónica de las edificaciones de educación superior de la ciudad de Maracaibo, fueron la innovación arquitectónica, modular y la radical.

Con respecto a la innovación Arquitectónica, obtuvo una media de 3.80 con una desviación estándar de 0,53, indicando una moderada dispersión de los datos.

Seguidamente por la innovación Modular, con un valor de la media de 3.60 con una desviación estándar de 0.63, indicado una moderada dispersión de los datos, y luego la innovación Radical, con una media de 3.60 acompañada de una desviación estándar de 1.04, lo que indica una alta dispersión de los datos, estos tres (3) indicadores, se localizan según la media en una categoría alta, acompañada de una desviación estándar moderado en la dispersión de los datos.

Por último, se ubicó el indicador de innovación Incremental con una media aritmética de 3.40, que al ser cotejado con el baremo, se localiza en la categoría moderada, con una desviación estándar de 1.00, manifestando una alta dispersión de los datos.

Con respecto, a la dimensión de tipos de innovación tecnológica, obtuvo un valor promedio de la media de 3.60, con una desviación estándar de 0.80, lo que representa un comportamiento alto, con una dispersión moderada de los datos.

**Tabla 2. Dimensión: Características de la naturaleza de la Innovación Tecnológica**

Indicadores	Alternativa de respuesta										Media	Desviación estándar
	MD		DA		NA-ND		ED		MD			
	FA	FR%	FA	FR%	FA	FR%	FA	FR%	FA	FR%		
Productos	5	33%	6	40%	2	13%	2	13%	0	0%	3.93	1.00
Procesos	4	27%	9	60%	2	13%	0	0%	0	0%	<b>4.13</b>	<b>0.66</b>
<b>Total Dimensión</b>	<b>4</b>	<b>30%</b>	<b>7</b>	<b>50%</b>	<b>2</b>	<b>13%</b>	<b>1</b>	<b>7%</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>	4.03	0.83

**Fuente:** elaboración propia (2014).

Los resultados obtenidos en la Tabla 2 determinaron las características de la naturaleza de la innovación tecnológica de la envolvente en las edificaciones de educación superior de la ciudad de Maracaibo.

Con respecto a la innovación de Proceso, obtuvo una media de 4,13, con una desviación estándar de 0.66, indicando una moderada dispersión de los datos. Seguidamente de la innovación de Producto, con un valor de media de 3.93, con una desviación estándar de 1,00 y con una dispersión alta de los datos. Los dos indicadores obtuvieron un nivel alto al confrontar el puntaje de la media con el baremo de la investigación.

Con referencia a la dimensión de la naturaleza de la innovación tecnológica, obtuvo un valor promedio de la media de 4,03, lo que representa un comportamiento alto, acompañado de una desviación estándar de 0,83, con una dispersión moderada de los datos.

**Tabla 3. Dimensión: Elementos de la Innovación Tecnológica**

Indicadores	Alternativa de respuesta										Media	Desviación estándar
	MD		DA		NA-ND		ED		MD			
	FA	FR%	FA	FR%	FA	FR%	FA	FR%	FA	FR%		
Clientes	7	47%	7	47%	1	7%	0	0%	0	0%	<b>4,40</b>	<b>0,64</b>
Calidad	7	47%	6	40%	2	13%	0	0%	0	0%	4,33	0,76
Comunicación	4	27%	7	47%	1	7%	3	20%	0	0%	3,80	1,15
Estilo directivo	7	47%	4	27%	1	7%	0	0%	3	20%	3,80	1,68
<b>Total Dimensión</b>	<b>6</b>	<b>42%</b>	<b>6</b>	<b>40%</b>	<b>1</b>	<b>8%</b>	<b>0,75</b>	<b>5%</b>	<b>0,75</b>	<b>5%</b>	4,08	1,06

**Fuente:** elaboración propia (2014).

Los resultados de la Tabla 3 describieron los elementos de la innovación tecnológica de la eco-envolvente en las edificaciones de educación superior de la ciudad de Maracaibo, compuestos por cliente, calidad, comunicación y estilo directivo.

El indicador Clientes presentó una media fue de 4.40, con una desviación estándar de 0.64, seguido por Calidad con una media de 4,33, acompañado de una desviación estándar de 0.76. La Comunicación obtuvo un valor de la media de 3.80, con una



desviación estándar de 1.15, y el Estilo Directivo con un valor de media de 3.80, acompañada de una desviación estándar de 1.68.

Debido a eso, la comparación de los valores de la media y la desviación estándar con el baremo de la investigación, donde los cuatros (4) indicadores se localizaron en una categoría alta, con una dispersión moderada de los datos para los indicadores Clientes Y Calidad, y para el caso de los indicadores Comunicación y Estilo Directivo: una dispersión alta de los datos. Mientras que la dimensión Elementos de Innovación obtuvo un promedio de la media de 4.08, lo que representa un comportamiento alto; con una desviación estándar de 1.06 lo que simboliza una alta dispersión de los datos.

**Tabla 4. Dimensión: Estilos arquitectónicos de las Eco-envolventes**

Indicadores	Alternativa de respuesta										Media	Desviación estándar
	MD		DA		NA-ND		ED		MD			
	FA	FR%	FA	FR%	FA	FR%	FA	FR%	FA	FR%		
Estilo moderno	8	53%	5	33%	2	13%	0	0%	0	0%	<b>4.40</b>	0.70
Estilo tecnológico	2	13%	10	67%	2	13%	1	7%	0	0%	3.87	<b>0.64</b>
Estilo sostenible	3	15%	13	65%	2	10%	1	5%	1	5%	3.80	0.72
<b>Total Dimensión</b>	<b>4</b>	<b>27%</b>	<b>9</b>	<b>55%</b>	<b>2</b>	<b>12%</b>	<b>1</b>	<b>4%</b>	<b>0.3</b>	<b>2%</b>	4.02	0.69

**Fuente:** elaboración propia (2014).

Los resultados obtenidos en la Tabla 4 demostraron que los indicadores con mayor presencia en los estilos arquitectónicos de la envolvente de las edificaciones de educación superior de la ciudad de Maracaibo, fueron el estilo Moderno, Tecnológico y Sostenible.

El estilo Moderno obtuvo un valor de la media de 4.40, acompañado de una desviación estándar de 0.70. Seguido por el estilo Tecnológico cuyo valor para la media fue 3.87, con una desviación estándar de 0.64; y por último, el Sostenible, que alcanzó un valor de la media de 3.80, con una desviación estándar de 0.72.

Los tres indicadores se localizaron en la categoría alta con respecto a la media aritmética, con una dispersión moderada de los datos.

**Tabla 5. Dimensión: Estrategias arquitectónicas de las eco-envolventes**

Indicadores	Alternativa de respuesta										Media	Desviación estándar
	MD		DA		NA-ND		ED		MD			
	FA	FR%	FA	FR%	FA	FR%	FA	FR%	FA	FR%		
Orientación	5	33%	6	40	2	13%	1	7%	1	7%	3.87	1.00
Forma y deformación geométrica	4	20%	9	45%	4	20%	2	10%	1	5%	3.65	0.93
Materiales y sistemas constructivos	1	7%	13	87%	1	7%	0	0%	0	0%	<b>4.00</b>	<b>0.24</b>
<b>Total Dimensión</b>	<b>3</b>	<b>20%</b>	<b>9</b>	<b>57%</b>	<b>2</b>	<b>13%</b>	<b>1</b>	<b>6%</b>	<b>0.6</b>	<b>4%</b>	3.84	0.72

**Fuente:** elaboración propia (2014).

Los resultados obtenidos en la Tabla 5 describieron las estrategias arquitectónicas de la eco-envolvente en las edificaciones de educación superior del municipio de Maracaibo, compuestas por los Materiales y Sistemas Constructivos, la Orientación, y la Forma Geométrica.

Para el caso de los Materiales y Sistemas Constructivos, obtuvo una media de 4.00; con una desviación estándar de 0.24. Seguidamente, por la orientación, con un valor de la media de 3.87, acompañada de una desviación estándar de 1.00, y por último esta la Forma y Deformación Geométrica, que obtuvo una media de 3.65; con una desviación estándar de 0.93.

Al comparar los valores de la media con el baremo de la investigación, los tres (3) indicadores se ubicaron en un nivel alto, con una dispersión baja de los datos para el indicador Material y Sistema Constructivo. Para el indicador Forma y Deformación Geométrica la dispersión de los datos es moderada, por último el indicador orientación obtuvo una dispersión alta de los datos.

Mientras, la dimensión arroja una media de 3.84, lo que representa un nivel alto al ser comparado con el baremo de la investigación; con una desviación estándar de 0.72, lo que representa una dispersión moderada de los datos.

## CONCLUSIONES

Tomando en cuenta el enunciado del objetivo de la investigación, los resultados obtenidos de los análisis realizados a los datos aportados por los encuestados, en relación a los indicadores de las variables que intervienen en dicha investigación y los aportes teóricos derivados de ella, se llegó a las siguientes conclusiones:

En relación al análisis de la innovación tecnológica en las edificaciones de educación superior de la ciudad de Maracaibo, se concluye que la innovación predominante es la arquitectónica, con una naturaleza de la innovación que se identifica por sus procesos y que tiene alta presencia el elemento cliente en los departamentos de infraestructura de las instituciones de educación superior.



Con respecto a la aplicación de la eco-envolvente arquitectónica en las edificaciones de educación superior del municipio de Maracaibo, se concluye que el estilo arquitectónico que se presenta con mayor frecuencia es el moderno, con una alta presencia de la estrategia de materiales y sistemas constructivos, con una integración de los factores funcionales, tecnológicos y ambientes, los cuales son importantes para el desarrollo de los sistemas de cerramientos arquitectónicos.

### RECOMENDACIONES

En relación a la innovación tecnológica y aplicación de las eco-envolventes arquitectónicas en las edificaciones de educación superior, se propone la aplicación de un enfoque sistemático para la reconstrucción de la estructura de integración: Estado, proyectos de I+D+i y la participación ciudadana.

De esta manera, se garantizará un proceso hermenéutico que integre la innovación tecnológica y los sistemas de cerramientos, como el mecanismo para cubrir las necesidades térmicas de los usuarios de las edificaciones.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarenga, A. (2013). La piel de la arquitectura moderna brasileña: soluciones de la envolvente a la luz de los conceptos de la arquitectura bioclimática. Tesis de doctorado. Universidad Politécnica de Cataluña. España.
- Borie, A.; Micheloni, P. y Pinon, P. (2008). Forma y deformación. España. Editorial Reverte.
- Borden, D. (2009). La historia de la arquitectura. España. Editorial Blume.
- Carballo, R. (2004). En la espiral de la innovación. España. Editorial Díaz de Santos.
- Casanova, H. y Hernández, J. (2013). La piel que se habita. Documento en línea. Disponible en: <http://arquitecturazonacero.blogspot.com/2013/12/la-piel-que-se-habita-proyecto.html>. Consulta: 20/12/2013.
- Cotec (2001). Innovación tecnológica. Ideas básicas. España. Fundación para la Innovación Tecnológica.
- Consejo Asesor de Desarrollo Urbano y Vivienda-Comisión de Desarrollo Sustentable (2007). Manual técnico para la vivienda sustentable. México. Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- Cedeño, A. (2010). Materiales bioclimáticos. Revista de Arquitectura. Volumen 12. (Pp. 100-110).
- González, M. (2009). Morfología geométrica de envolvente arquitectónica como elemento de control térmico. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional. México.



- González, P. (2010). El clima y principios de diseño arquitectura bioclimática en los andes tropicales. Tesis de maestría. Universidad de Catalunya. España.
- Guimaraes, M. (2008). Confort térmico y tipología arquitectónica en clima cálido-húmedo. Análisis térmico de la cubierta ventilada. Tesis de maestría. Universidad de Catalunya. España.
- Hernández, V. (2002). La habitabilidad energética en edificios de oficinas. Tesis doctoral. Universidad de Catalunya. España.
- Hernández, C. (2010). Un vitruvio ecológico principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible. España. Editorial Gustavo Gill.
- López, M. (2010). Arquitectura e historia. Curso de Historia de la Arquitectura. Volumen I y II. Venezuela. Universidad Central de Venezuela.
- Mandado, E.; Fernández, F. y Doiro, M. (2003). La innovación tecnológica en las organizaciones. España. Editorial Thomson Editorial.
- Montaner, J. (2011). La modernidad superada. Ensayo sobre arquitectura contemporánea. España. Editorial Gustavo Gili.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y EUROSTAT (1997). Manual de OSLO. Contexto, proyecciones. Documento en línea. Disponible en: [http://www.oei.es/catmexico/M\\_OSLO.pdf](http://www.oei.es/catmexico/M_OSLO.pdf). Consulta: 15/06/2013.
- Jaramillo, H.; Lugones, G. y Salazar, M. (2001). Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe. Manual de Bogotá. Colombia. Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología / Organización de Estados Americanos / Programa CYTED COLCIENCIAS/OCYT.
- Sáez, F.; García, O.; Palao, J. y Rojo, P. (2005). Innovación tecnológica en las empresas. Temas básicos. Universidad Politécnica de Madrid.
- Sosa, M. y Siem, G. (2008). Manual de diseño para edificaciones energéticamente eficientes en el trópico. Venezuela. Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción.
- Varini, C. (2009). Envolventes arquitectónicas: nueva frontera para la sostenibilidad energética-ambiental. ¿Cuáles modelos y cuáles aplicaciones? Alarife. Revista de Arquitectura. Número 17. (Pp. 79-81).
- Varini, C. (2013). Envolventes I+D arquitectónicas con alto desempeño térmico y bajo impacto ambiental para zonas geoclimáticas tropicales. Revista Informes de la Construcción. Volumen 65, número extra 1. (Pp. 23-30).



Vanegas, C. (2010). Resistencia al cambio del gerente educativo y uso de la innovación tecnológica en educación inicial. Tesis de Maestría. Universidad Rafael Urdaneta. Venezuela.

Valbuena, A. (2009). Innovación tecnológica en las organizaciones de desarrollo de software del municipio Maracaibo. Tesis de Maestría. Universidad Privada Dr. Rafael Bellosó Chacín. Venezuela.