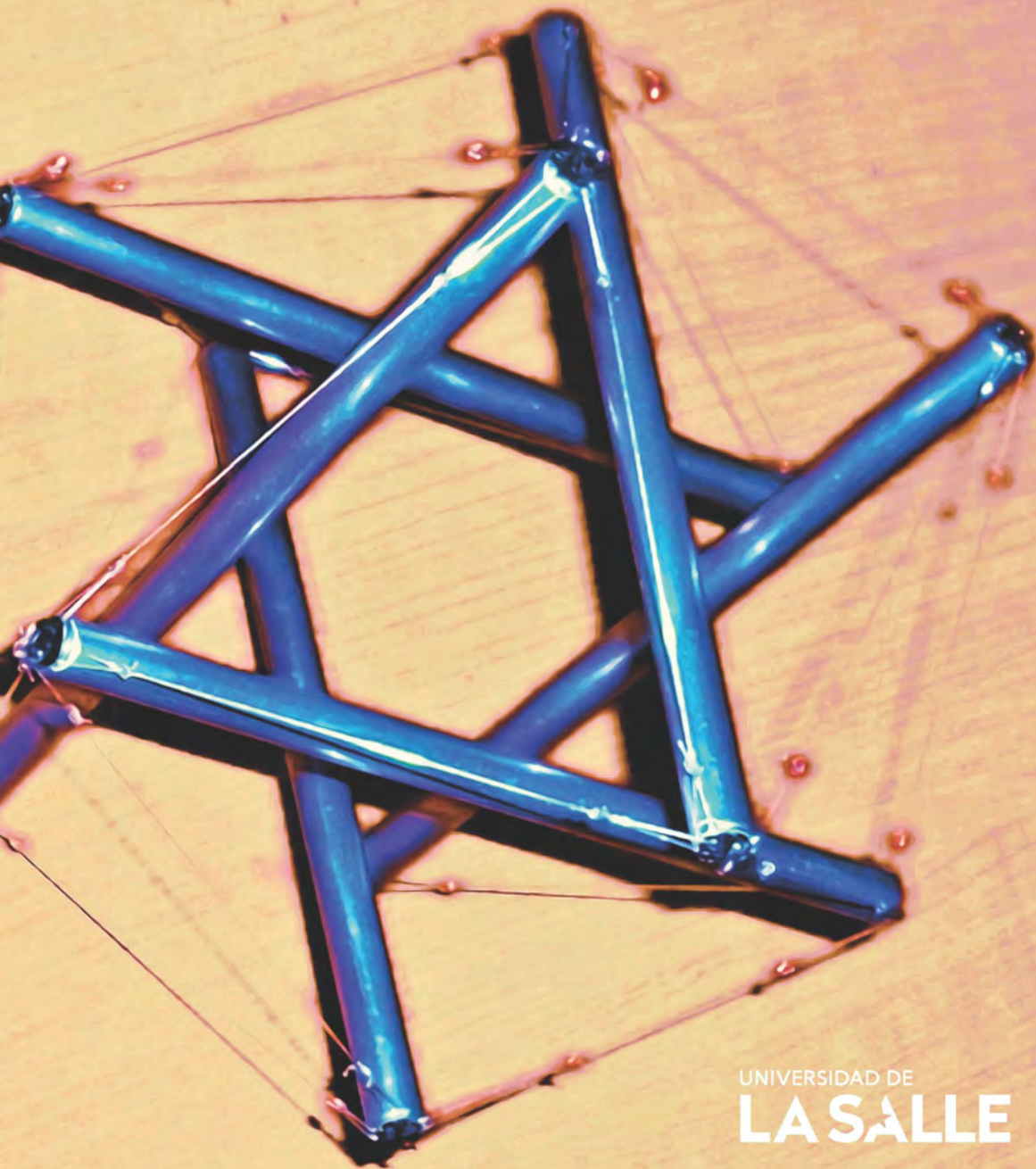


Arquitectura alternativa sostenible

CARLOS ALBERTO NADER M.



UNIVERSIDAD DE
LA SALLE

Nader M., Carlos Alberto

Arquitectura alternativa sostenible / Carlos Alberto Nader.

- Primera edición. - Bogotá : Ediciones Unisalle, 2019.

247 páginas : ilustraciones, fotografías ; 17 cm.

Incluye índice de figuras, glosario y referencias bibliográficas.

ISBN 978-958-5486-39-3

1. Arquitectura sostenible 2. Arquitectura ecológica 3. Arquitectura – Innovaciones tecnológicas 4. Diseño de estructuras – Fundamentos I. Título

CDD: 720.47 ed.22

CEP-Universidad de La Salle. Oficina de Bibliotecas

ISBN: 978-958-5486-39-3

ISBN-e: 978-958-5486-40-9

Primera edición: Bogotá D. C., marzo de 2019

© Derechos reservados, Universidad de La Salle

Ediciones Unisalle

Cra. 5 n.º 59A-44, Edificio Administrativo, piso 3

PBX: (57-1) 348 8000, extensión: 1224

edicionesunisalle@lasalle.edu.co

Dirección editorial

ALFREDO MORALES ROA

Coordinación editorial

ELLA SUÁREZ

Corrección de estilo

MARCELA GARZÓN GUALTEROS

Diseño y diagramación

WILLIAM YESID NAIZAQUE OSPINA

Diseño de carátula

WILLIAM YESID NAIZAQUE OSPINA

Reinterpretación de imágenes

LINA PÉREZ

Impresión

DGP EDITORES SAS

Queda prohibida la reproducción total o parcial de este libro por cualquier procedimiento, conforme a lo dispuesto por la ley.

Impreso y hecho en Colombia

Printed and made in Colombia

Contenido

15	Presentación
19	1. Sinergia, adaptabilidad y sostenibilidad
21	1.1. Sinergia
25	1.2. Adaptabilidad
28	1.3. Sostenibilidad
31	2. Geometría espacial y sinérgica
34	2.1. Antecedentes
38	2.2. Conceptos de geometría espacial
67	2.3. Conceptos de geometría sinérgica
103	3. Sistemas estructurales no convencionales
105	3.1. Antecedentes
110	3.2. Estructura tipo tijera
126	3.3. Estructuras recíprocas
138	3.4. <i>Tensegrity</i>
151	3.5. Membranas tensiles tipo carpa
176	3.6. Membranas tensiles tipo neumático
188	3.7. Origami
193	4. Ecotécnicas
196	4.1. Manejo del agua
198	4.2. Energía solar

212	4.3. Energía eólica
221	4.4. Energía mareomotriz y geotérmica
222	4.5. Biomasa
226	4.6. Estructuras dinámicas y ecotécnicas

231	Glosario
-----	-----------------

237	Referencias
-----	--------------------

A grayscale photograph of a bicycle frame lying on a wooden floor. The frame is the central focus, with its various tubes and joints clearly visible. The floor has a distinct wood grain pattern. A semi-transparent gray rectangular box is overlaid on the upper part of the frame, containing the word 'Presentación' in white text.

Presentación

El autor define la arquitectura alternativa sostenible como la exploración y aplicación de criterios espaciales, estructurales y tecnológicos acordes con el contexto y el adecuado aprovechamiento de los recursos naturales y energéticos.

Al abordar estos temas se vuelve consciente el hecho de que la arquitectura del hoy y del mañana debe buscar y desarrollar alternativas que reduzcan la demanda global de productos y servicios, mediante la moderación de exigencias en los estándares de vida y la práctica generalizada de la conservación y el aprovechamiento racional de los recursos naturales y energéticos.

No pretenden estas líneas dar una solución definitiva a los problemas ecológicos o de distribución de riquezas, pero sí se quiere compartir lo que a juicio del autor es un camino que, como arquitectos, podríamos recorrer. Camino de riguroso trabajo investigativo que permita desarrollar conceptos y materializarlos a través del ejercicio arquitectónico, para así tratar de no continuar con la producción de *soluciones* aisladas que aceleran el pulso normal de los procesos entrópicos naturales.

La arquitectura alternativa sostenible es sostenible, porque pretende evitar por sí misma la desproporción en el consumo, facilitando un adecuado manejo y un óptimo aprovechamiento de los recursos naturales y energéticos mediante el uso de tecnologías ecológicas o ecotécnicas y a través de su forma espacial y su propia estructura, es decir desde su concepción arquitectónica. Un objeto sostenible es adaptable al proyectarlo con vistas a una vida útil larga y un uso multifuncional. La adaptabilidad se logra entendiendo e imitando a la naturaleza en su economía de forma, estructura y funcionamiento, basándose en una visión global de la arquitectura, pero con soluciones netamente locales.

Es alternativa, ya que la materialización de estos conceptos no coincide con el común denominador de las estructuras

habitables en nuestro tiempo, debido a que por lo general nuestra manera de vivir está dirigida hacia otros intereses. El objetivo de explorar formas, estructuras y energías alternativas; por tanto, es encontrar posibilidades favorables de cambio en la calidad de vida y en nuestra mentalidad hacia el medio ambiente por medio de ellas.

En las subsecuentes páginas el autor, a manera de base conceptual, trata los temas de sinergia, adaptabilidad y sostenibilidad, y con ello da forma al capítulo 1; luego, una disertación sobre geometría espacial y sinérgica, incluida en el capítulo 2, se convierte en eslabón entre los fenómenos naturales implicados en la sinergia, la adaptabilidad y la sostenibilidad, y la comprensión del funcionamiento de los sistemas estructurales no convencionales; así como las ecotécnicas, descritos respectivamente en los capítulos 3 y 4.



1

Sinergia, adaptabilidad y sostenibilidad

Antes de adentrarnos en exploraciones puntuales y específicas, debemos ser conscientes de lo importante que es un permanente ejercicio reflexivo sobre la manera de afrontar el quehacer arquitectónico. Quiero ilustrar brevemente lo anterior, porque para nosotros la arquitectura debe ser: *sinérgica*, para que esta sea una verdadera herramienta que facilite la coexistencia humana, lo cual se logra entendiendo e imitando el comportamiento de la naturaleza y de la energía en el universo; *adaptable*, para poder modificarse según los cambios del individuo y de la sociedad, permitiendo un uso multifuncional y una vida larga, y *sostenible*, para lograr que cualquier objeto arquitectónico tenga un comportamiento ambientalmente responsable, desde su concepción hasta el final de su vida útil.

1.1. Sinergia

Richard Buckminster Fuller fue el mayor responsable de hacer de *sinergia* un término común. La comprensión de este concepto nos enseña que el comportamiento de un todo no se puede predecir a través del estudio de sus partes por separado, sino mediante el entendimiento de dichas partes y las relaciones existentes entre ellas.

Buckminster Fuller hizo una aproximación autodidacta explorando la geometría, entendida como la ciencia de los sistemas, y a estos últimos como una entidad colectiva que tiene un adentro y un afuera, conformada por eventos energéticos que se interrelacionan entre sí. Por tanto, Buckminster Fuller ve la geometría como algo energético: *energetic geometry*. Esto da lugar al término *synergetics*:

[...] estrategia exploratoria de comienzo con el todo y el conocimiento del comportamiento de alguna de sus partes y el descubri-

miento progresivo del todo desconocido junto con la progresiva comprensión de la jerarquía de los principios generalizados. (Buckminster Fuller y Applewhite, 1997, p. 73)

En la anterior definición, el término *principios generalizados* hace referencia a reglas sin excepción, puesto que descubrirlos es el objetivo de *synergetics*. Asimismo, Buckminster Fuller define el universo como la red de dichos principios y su interacción.

El propósito de Buckminster Fuller fue mostrar los eventos invisibles y las transformaciones visibles del universo a través de modelos tangibles, describiendo por medio de ellos los principios generalizados que rigen cualquier estructura en la naturaleza (figura 1).

FIGURA 1. PORTADA DE LA REVISTA *TIMES*, FOTOGRAFÍAS DE RICHARD BUCKMINSTER FULLER



Fuente: modificada a partir de Langdon (2014).

Para él, la naturaleza es un solo sistema coordinado: todas las estructuras en la naturaleza ocurren acordes con los requerimientos mínimos de energía, y son el resultado del balance entre las fuerzas físicas (gravedad, magnetismo, electricidad y atracción química) y las compresiones espaciales, encontrando automáticamente una disposición confortable.

Por otra parte, con “compresiones del espacio” quiere decir que este no es un vacío pasivo, sino que tiene propiedades que imponen fuertes compresiones a las estructuras que lo habitan. En otras palabras, “*space has shape*”; la naturaleza de la forma es la que da las limitaciones, no el material ni el tamaño.

Así, una estructura logra su estabilidad por medio de su patrón de integridad. Cualquier objeto tiene su propia integridad y no importa el medio o el material por el cual se transmiten las fuerzas, pues depende exclusivamente del comportamiento de estas, como un triángulo que logra su estabilidad no por la dureza del material de sus barras, sino por el patrón de integridad que lo rige, estabilizando cada barra su lado opuesto con el mínimo esfuerzo (figura 2).

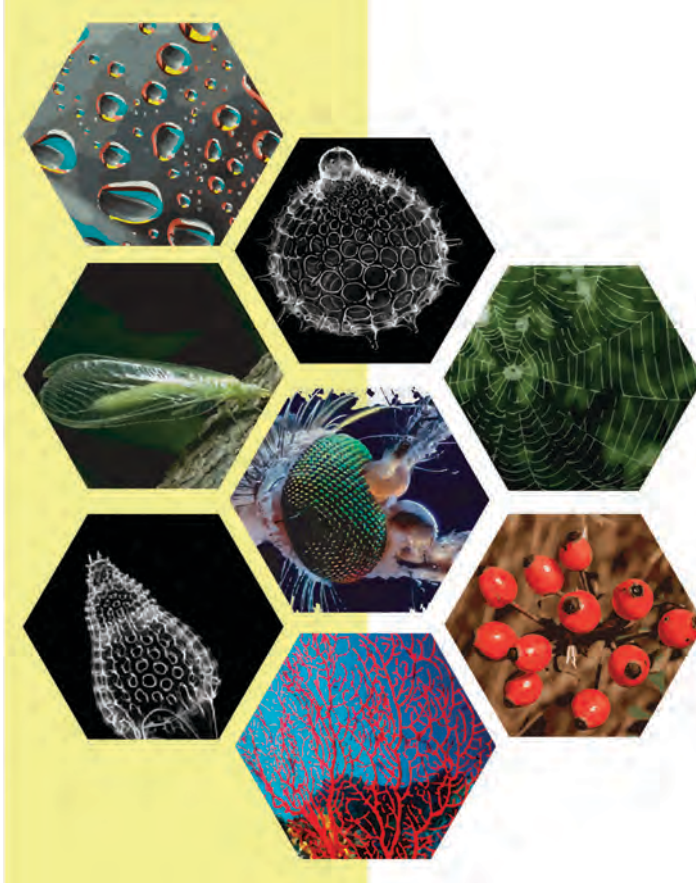
“La estructura, es un patrón de integridad regenerativo local de universo. Un complejo de eventos interactuando para formar un patrón estable, sin olvidar que el patrón consiste en acción no en cosas” (Buckminster Fuller y Applewhite, 1997, p. 551) (figura 3).

FIGURA 2. TETRAEDRO



Fuente: Reinterpretada por el autor.

FIGURA 3. OJO DE MOSQUITO, GOTAS DE AGUA, TELARAÑA, RADIOL, ALA DE INSECTO, FRUTAS SILVESTRES, CORAL Y RADIOL



Fuente: reinterpretada por Lina Pérez.

Durante su vida, Buckminster Fuller creyó que en los principios generalizados estaba la clave del manejo exitoso del planeta; por eso, su trabajo fue descubrirlos (verdades eternas, aspectos inherentes a la realidad esperando ser descubiertos) en el universo, indagando en el gran mundo de

los trabajos de la naturaleza, más que diseñando domos geodésicos o cualesquiera de sus otros descubrimientos. Así, su ciencia comprensiva y anticipatoria del diseño es una aproximación para resolver problemas con perspectiva global por medio de un sistemático ordenamiento de los componentes del universo.

Dicho por Buckminster Fuller y Applewhite (1997): “La falta de visión global de los problemas condujo al monopolio de los recursos y a la desproporción en el consumo, como un fenómeno de miopía mental y de irracionalidad, con el consiguiente trastorno del equilibrio natural y ecológico”.

La ciencia del diseño es la herramienta de la humanidad para acceder al diseño de las leyes universales y determinar nuestra única función: evolucionar, con nuestra única facultad llamada mente, la cual puede integrar hechos aislados. Esta debe ser comprensiva, porque debe conocer el peligro de la superespecialización y, sin embargo, debe periódicamente zambullirse en proyectos especializados y ser consciente de que solo la generalización dará la oportunidad de sobrevivir a esta creciente crisis. Y es también anticipatoria, porque un diseñador científico debe pensar por adelantado (figura 4).

FIGURA 4. SISTEMA DE 31 GRANDES CÍRCULOS



Fuente: Buckminster Fuller y Applewhite (1997).

1.2. Adaptabilidad

Frei Otto ha indagado en temas como la biología, la arquitectura adaptable y las estructuras ligeras. Afirmó que cuando la sociedad conserva sus monumentos arquitectónicos congelándolos, en lugar de preservarlos, los destruye; buscando la seguridad se ha llegado a la inseguridad. Por eso, la adaptación es la clave de la preservación y de la evolución. Volvemos entonces a tener en Otto, como en Buckminster Fuller, un concepto de arquitectura no pasiva, una herramienta activa para la coexistencia humana:

Uno de los motivos por los cuales la arquitectura es inadaptable, reside en que muchos arquitectos, a la sombra de la sociedad, tratan de anclar su temeroso yo en monumentos duraderos, en lugar de estimular, conscientes de sus grandes posibilidades (y también de su propio carácter efímero) el proceso de adaptación a su medio y el medio de los hombres. (Otto, 1962, p. 34)

La evolución está presente en la vida: existe movimiento en diferentes niveles de acercamiento, desde el nivel de las constelaciones hasta el de los átomos. La adaptabilidad es la base de la coexistencia pacífica de las especies, incluyéndonos. Y la técnica, en este contexto, es la herramienta humana para lograr esa adaptabilidad.

La casa no es actualmente adaptable, pues poco se puede modificar. La actual arquitectura se construye por medio de un proceso que transcurre de la misma manera desde hace por lo menos doscientos años. No existe una arquitectura adaptable ideal, ni una arquitectura estática ideal; solo existen distintos grados de adaptabilidad y posibilidades de adaptación. Muchos creen que la verdadera adaptabilidad no es rentable y carece de sentido, pero la realidad es que la sociedad tiene otros intereses.

Otto (1962) afirmó también que, sin duda, nos faltan los materiales y los métodos correspondientes, y que no los obtendremos mientras que investigadores y arquitectos no trabajemos en ello con energía. Tampoco podremos convencer a nadie de la necesidad de una arquitectura adaptable mientras no existan ejemplos reales y métodos modernos de gran adaptabilidad.

El concepto de *adaptabilidad* implica, a su vez, el de *flexibilidad* y el de *movilidad* (figura 5). La flexibilidad es la capacidad de un edificio para modificar total o parcialmente su forma o función, como respuesta a condiciones externas o internas; por su parte, la movilidad es la capacidad de un

edificio para permitir cambios de entorno. Entonces, adaptabilidad es la capacidad de un edificio para responder activa o pasivamente a factores externos (clima, terreno) e internos (función).

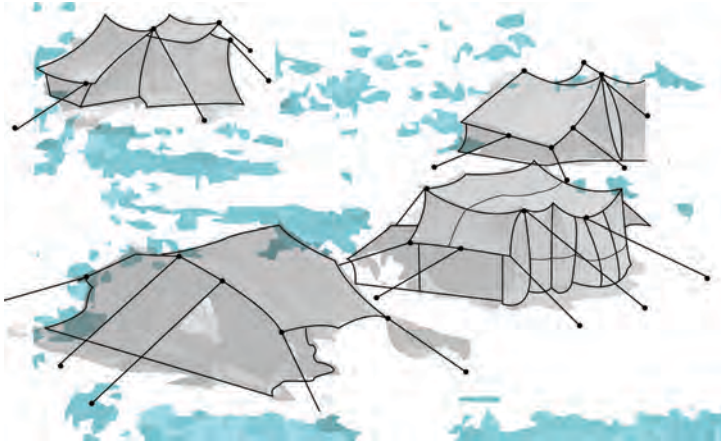
FIGURA 5. TIENDA DE INDÍGENAS AMERICANOS



Fuente: reinterpretada por Lina Pérez a partir de Marroquín (s. f.).

Existe la adaptabilidad al contexto, entendida como la capacidad de un proyecto para ser usado en diferentes lugares (incluye la movilidad); la adaptabilidad externa, que afecta la envoltura y la estructura, y la adaptabilidad interna, que se refiere a todos los objetos introducidos en el proyecto (figura 6).

FIGURA 6. CARPAS IRANÍES



Fuente: reinterpretada por Lina Pérez a partir de Marroquín (s. f.).

1.3. Sostenibilidad

- ¿Debe un arquitecto preferir materiales sintéticos porque son reciclables y además utilizan una cantidad limitada de recursos naturales, o debe creer que los materiales naturales utilizados adecuadamente son los únicos y verdaderos materiales sostenibles?
- ¿Cuáles son los recursos de energía sustraíbles por sí mismos y qué clase de sistemas mecánicos deben usarse para extraerlos?

En este tema, las anteriores preguntas tienen más de una respuesta, y responderlas debemos tener en cuenta muchas variables como el tipo de proyecto, el lugar geográfico donde se encuentre, las posibilidades y recursos de ese lugar, así como las distinciones humanas, culturales e históricas del sitio. Para construir de manera ambientalmente responsable

se requiere tener conciencia de la conservación, pero sobre todo de la restauración de los recursos.

En este sentido, la arquitectura sostenible ha sido definida como una forma de proyectar con la naturaleza y de un modo ambientalmente responsable. El concepto planteado de *arquitectura alternativa sostenible* implica que el diseño sustentable no solo abarca recursos naturales, sino también distinciones humanas, culturales, históricas, políticas y económicas. Aquí algunas definiciones de la palabra “sostenibilidad”:

- “Método de aprovechamiento o de uso de un recurso sin que este sea mermado o permanentemente dañado” (Merriam, 1828).
- “Capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad que tendrán las generaciones futuras para satisfacer las suyas propias” (Brudtland, 1986).
- “Capacidad para manejar y conservar la base de recursos naturales y orientar un cambio tecnológico e institucional, de manera que se asegure la continua satisfacción de las necesidades humanas para las generaciones presentes y futuras” (FAO, 1990).
- “Persistencia en el tiempo de ciertas características necesarias y deseables del sistema sociopolítico y su medio ambiente natural” (Robinson, 1990).

Las siguientes se refieren al término *desarrollo sostenible*:

Se puede pensar en el desarrollo sostenible como un proceso integral mediante el cual el hombre logra a partir de combinar los factores disponibles, potencializar sus posibilidades de reproducción y producción, satisfaciendo sus necesidades básicas dentro de su marco cultural y según unos objetivos definidos libremente. (González, 1993)

El desarrollo humano sostenible es entendido como la ampliación de oportunidades y capacidades productivas de la población, que contribuyan a una mejor y mayor formación de capital social. De esta manera, se espera satisfacer en forma cada vez más equitativa las necesidades de las generaciones presentes y mejorar la calidad de vida, mediante el manejo prudente del patrimonio natural, manteniendo abiertas al mismo tiempo opciones de bienestar de las generaciones futuras. (Departamento Nacional de Planeación, 1994)

La creciente preocupación por el deterioro de la naturaleza ha suscitado gran cantidad de reacciones por parte de los proyectistas, de manera que múltiples puntos de vista acerca de lo que es un proyecto ecológicamente responsable se han suscitado también. Pero lo verdaderamente relevante es tener conciencia con respecto a la conservación y la restauración de los recursos.

Teniendo en cuenta lo anterior, la sostenibilidad implica:

- Satisfacción continua de necesidades básicas, presentes y futuras de la población.
- Mantenimiento de manera persistente de la base natural.
- Solidaridad intergeneracional.
- Orientación del cambio tecnológico y armonización del desarrollo de la ciencia con las necesidades de conservación de la naturaleza y con las necesidades de la población.
- Orientación de la investigación a la solución de problemas ambientales y al desarrollo de alternativas productivas ecológicamente viables.
- Creación de un nuevo paradigma social frente a la relación naturaleza-sociedad.
- Desarrollo de una nueva ética frente a la producción y el consumo.

Frente al diario quehacer arquitectónico, el libro *Arquitectura alternativa sostenible* surge desde una búsqueda para aprovechar al máximo los recursos naturales y energéticos, sobre todo cuando los profesionales del área experimentan y aplican criterios espaciales, estructurales y tecnológicos poco convencionales acordes con el contexto, desde tres pilares fundamentales: sinergia, adaptabilidad y sostenibilidad. Así también, asumiendo siempre que “la naturaleza lo hizo antes y lo hizo mejor”, se les propone la geometría sinérgica como un eslabón entre la naturaleza y el hecho arquitectónico integral con el cual entender el comportamiento de los sistemas espaciales y, a partir de allí, utilizarlos como herramientas de diseño.



Sede Chapinero, Cra. 5 # 59A-44
Bogotá, Colombia
PBX: 348 8000 exts. 1224 y 1226
edicionesunisalle@lasalle.edu.co
<http://www.lasalle.edu.co>

