

La Biónica como estrategia para el desarrollo de productos sustentables

The bionic as a strategy for the development of sustainable products

MIGUEL ÁNGEL JIMÉNEZ MACÍAS

Universidad de Guadalajara

Solo se designarán con el nombre de utopías a aquellas orientaciones que trascienden la realidad, cuando al pasar del plano de la práctica, tienden a destruir, ya sea parcial o completamente, el orden de cosas existente en determinada época.

Karl Mannheim (2004)

Recibido: 13 de diciembre de 2018. Aceptado: 25 de marzo de 2019.

RESUMEN

El papel de la Biónica en el desarrollo de productos sustentables se establece a partir de la relación intrínseca de dos áreas del conocimiento humano, la biología y la tecnología. Como disciplina del diseño contempla las experiencias generadas por los fenómenos en la naturaleza, y de los procesos tecnológicos surgidos del pensamiento humano, como una suma sinérgica que le permite entender la evolución y la transformación del entorno, para encontrar la esencia de los problemas planteados y para que de esa manera se generen las posibles soluciones. El entorno se convierte en un reto, el compromiso en la conservación y la recuperación del capital natural que todavía persiste en nuestro medio. La visión del desarrollo de productos se ha modificado sustancialmente; en estos tiempos los factores sustentables no son una moda, sino una necesidad, lo cual ha venido a transformar la visión en el desarrollo de productos. Este proceso lleva la responsabilidad más allá de considerar solo la producción y que esta llegue al usuario. Actualmente la responsabilidad comprende los factores de producción, desde la extracción de la materia prima hasta la eliminación en el término de su ciclo de vida. En este sentido, la experiencia de la Biónica nos lleva, más que a la imitación de las formas orgánicas, a la eficiencia con que los modelos naturales fun-

cionan, evolucionan y se adaptan, para aplicarla en los productos generados para satisfacer las necesidades humanas, de una manera equilibrada y racional.

Palabras clave: Biónica, sustentabilidad, desarrollo de productos

ABSTRACT

The role of bionics in the development of sustainable products established from the intrinsic relationship of two areas of human knowledge, biology and technology. As a discipline of design it contemplates the experiences generated by the phenomena in the nature, and of the technological processes emerged from the human thought, like a synergistic sum that allows understand the evolution and transformation of the environment, for find the essence of the problems raised and in this way the possible solutions will be generated. The environment becomes a challenge, the commitment to the conservation and recovery of natural capital still that persists in our midst. The vision of product development has changed substantially, in these times sustainable factors are not a fad, but a necessity, which has come to transform the vision into product development. This process takes responsibility beyond just considering its production and reaching the

user. Actually, the responsibility comprises the factors of production, from the extraction of the raw material to the elimination at the end of its life cycle. In this sense, the experience of bionics takes us more than the imitation of organic forms, the efficiency with which the natural models work, evolve and adapt to apply it in the products generated to satisfy the human needs, from a balanced and rational way of using the resources.

Key words: bionics, sustainability, product development

INTRODUCCIÓN

La Biónica, desde la visión del diseño, va más allá de la biología y de la tecnología; en suma, el carácter científico de la biología y el carácter técnico de las disciplinas tecnológicas le permiten enriquecer su perspectiva desde una visión humana, como una interface donde los resultados se generan como un proceso fundamental: la observación de la naturaleza y la interpretación de los fenómenos naturales para entender su esencia, la abstracción por el pensamiento humano y, finalmente, la aplicación tecnológica. Siendo la Biónica una disciplina fenomenológica y hermenéutica, sus fundamentos se apoyan en el estudio de los modelos naturales desarrollados en el Laboratorio Experimental de Biónica del CUAAD, los cuales se basan en los principios de la naturaleza presentes en cualquier modelo, en las propiedades, en los mecanismos, en el control y la comunicación y en el fenómeno ecofenotipo, todos ellos manifestados en cada modelo u organismo vivo. En suma, su estudio y aplicación es lo que permite responder a las necesidades del ser humano para satisfacer múltiples actividades.

Más de 250 años han pasado desde los inicios de la primera revolución industrial, hito que marca el proceso de deterioro del medioambiente, merced a los profundos cambios sociales debidos al fenómeno de la intensa migración del campo a la ciudad, que transformó a las sociedades rurales en sociedades urbanas, donde la prioridad se establecía en la producción de múltiples objetos

y productos que la nueva sociedad demandaba, sin importar que los procesos industriales generaran graves daños al medioambiente, un proceso que ha significado la destrucción sistemática del medioambiente y la sobreexplotación de los recursos naturales. El resultado salta a la vista, el gran desequilibrio producto de la enajenación sin límites de los recursos, pero, sobre todo, los efectos irreversibles de la sobreexplotación. En los momentos actuales, cuando, a pesar de la gran miopía de muchos de los países más desarrollados, existe una creciente preocupación por preservar nuestro entorno y evitar que se convierta en un camino sin regreso, se han desarrollado iniciativas y estrategias múltiples para enfrentar los retos que los problemas ambientales han generado, a partir del proceso de deterioro que en los últimos años se ha acelerado, por la acción humana que, de manera sistemática, ha ejercido una constante presión sobre el entorno natural, fenómeno que se conoce como entropía (Leff, 2009, p. 136).

La Biónica, entendida como una disciplina del diseño, genera una intrínseca relación con dos factores fundamentales en el desarrollo de la sociedad humana en el planeta, y plantea posibles soluciones basadas en la enseñanza que la propia naturaleza nos ofrece. Por un lado, la naturaleza y todos los fenómenos que suceden en ella a través de sus incontables modelos, y, por otro, la tecnología, como manifestación del pensamiento y la inteligencia humana, pues muchos de los avances tecnológicos han surgido de la observación y el análisis de la misma naturaleza. A través de dichos factores podemos entender cuál es el lugar de la Biónica en las soluciones que se pueden alcanzar. En este sentido, la Biónica se constituye como una herramienta que contribuye al desarrollo de productos sustentables, y en consecuencia aporta elementos para lograr un desarrollo no solo para el presente, sino sobre todo para el futuro.

La naturaleza, como fuente de información, es el ámbito en que el diseño ha construido el proceso de interpretación y transformación que a lo largo de la evolución humana se ha generado. La

naturaleza, como entorno, ha sido el ente a partir del cual los seres vivos han podido sobrevivir, evolucionar y adaptarse.

El conocimiento que se ha generado a partir del estudio de la naturaleza ha sido a lo largo de los tiempos una fuente inagotable de experiencias y, en la medida que más se profundice en ellas, más amplias son las expectativas para el nuevo conocimiento.

EL SIGNIFICADO DE LA NATURALEZA

La naturaleza ha sido una de las entidades más difíciles de definir; su percepción es tan amplia y tan compleja que una sola forma de definirla siempre quedará corta, y en ocasiones genera más dudas que certezas. Desde sus orígenes el ser humano se ha interrogado sobre los fenómenos que suceden a su alrededor, incluso su propia existencia, y en ello gira la naturaleza, su concepción enfrentada entre racionalistas e idealistas, entre el sentido místico de los fenómenos o el sentido racional de todo cuanto sucede.

Platón entendía de muy diversas maneras la naturaleza, en una de ellas establecía que: “Dios representa la causa eficiente de la naturaleza, en virtud de su acto de voluntad creadora, y a las formas como su causa final, en virtud de su perfección estática” (“Platón en Timeo”, en Collingwood, 2006, p. 122). Expresaba asimismo que: “El mundo de la naturaleza es un mundo de cosas que se mueven por sí mismas” (“Platón”, en Collingwood, 2006, p. 115), la entendía como un proceso de cambio, de tal forma que: “La naturaleza, en cuanto tal, es proceso, desarrollo, cambio. Este proceso es un desarrollo, es decir, que lo cambiante adopta formas sucesivas, en la cuales cada una es la potencia de la que le sigue” (“Platón”, en Collingwood, 2006, p. 116).

Con una visión más contemporánea, Ezio Manzini establece a la naturaleza como “Un conjunto de fenómenos caracterizados por la emergencia de lo imprevisible, de lo singular, del azar, del caos; y de aquí, de la autoorganización, de la autorregulación, de la evolución creadora de

nuevas formas de orden” (Manzini, 1994). Desde una visión fenomenológica, Cornelius Castoriadis señala a la naturaleza “como aquello que se automueve” (Castoriadis, 1988, p. 43).

Más allá de los conceptos del ser humano como una visión del pensamiento, la realidad es que hablar de la naturaleza es hablar de todos los seres vivos, señala Aleksander Oparin “representados por una enorme variedad de especies animales y vegetales, con algo en común, lo que llamamos vida” (Oparin, 2006, p. 15). En este sentido, Antonio Peña señala que “la vida no es sino un sistema finamente organizado de transformaciones de materiales y de energía; pero al final de cuentas los materiales no son otra cosa que el sustento sobre el cual se asienta la vida” (Peña, 2001, p. 69).

Estas reflexiones conducen a las leyes emanadas por la propia naturaleza que rigen el funcionamiento de todo el universo, desde los grandes cuerpos estelares del cosmos hasta la más pequeña célula de cuya organización dependen muchos sistemas naturales. En este sentido, León Lederman reflexiona sobre esas leyes: “En los tiempos modernos, hemos logrado sistematizar el conocimiento de las reglas de la naturaleza (...) Aunque creemos que las leyes físicas establecidas impregnan el universo actual de la misma forma que lo hicieron en el instante de la creación” (Lederman, 2006, pp. 31-329), por lo que se puede establecer que, al intentar entender qué es la naturaleza, inevitablemente se llega a su carácter pragmático y hermenéutico y su trascendencia en el proceso evolutivo de la vida. Desde la antigüedad el ser humano ha estado especialmente interesado en los fenómenos naturales, Aristóteles señalaba:

Lo que está vivo, lo está gracias al alma, no a la materia. El alma es la forma del cuerpo, y hay tres tipos de alma: El alma vegetativa (vegetales): nutrición y reproducción; el alma sensitiva (animales): nutrición, reproducción, percepción, movimiento y deseo; y el alma racional (humanos): nutrición, reproducción, percepción, movimiento, deseo y conocimiento (Aristóteles, 2000, p. 286).

Pitágoras estaba convencido de que las diferencias cualitativas de la naturaleza tenían su fundamento en estructuras geométricas diferentes. La naturaleza de las cosas, aquello en cuya virtud ellas son, por separado y colectivamente, lo que son, es estructura o forma geométrica (“Pitágoras”, en Collingwood, 2006, p. 78), conviniendo la profunda interrelación entre la biología y las matemáticas.

Es tal la diversidad de percepciones acerca del fenómeno de la naturaleza, y han generado tan gran cantidad de reflexiones, que lo más rico que podemos obtener de este conocimiento es precisamente la diversidad: la naturaleza aporta modelos únicos e irrepetibles, y en ello radica su grandeza y sus valores como fuente de información para esta investigación.

EL ENTORNO NATURAL, CONFRONTACIÓN Y SUPERVIVENCIA

La perspectiva que se tiene de la naturaleza a través de los tiempos ha sido inducida, principalmente, por la cultura occidental. Desde los primeros tiempos ha prevalecido la idea de que el hombre está para dominar a la naturaleza, y que todos los recursos emanados por la naturaleza están para ser explotados exclusivamente por el hombre; al respecto, Edgar Morin señala:

Es preciso invertir, pues, toda la ideología occidental desde Descartes, que hacía al hombre sujeto en un mundo de objetos. Es la ideología del hombre como unidad insular, mónada cerrada en el universo, contra la que el romanticismo solo logró reaccionar poéticamente; contra lo que el cientificismo solo pudo reaccionar mecánicamente, convirtiendo también al hombre en una cosa. El capitalismo y el marxismo continuaron exaltando “la victoria del hombre sobre la naturaleza”, como si aplastar la naturaleza fuese la más épica proeza (Morin, 2008, p. 16).

Esta reflexión determina en su justa dimensión el alcance de la naturaleza como recurso, donde las posibilidades de principios, sistemas, funcio-

nes, mecanismos, patrones y estructuras, existen como organización, pero sobre todo con una capacidad de autoorganización significativa en el potencial de información y conocimiento para su aprovechamiento en la Biónica. Reforzando esta intención, por su lado, Enrique Leff abunda sobre la naturaleza compleja del entorno, como constituyente del saber ambiental: “El ambiente no es la ecología, sino la complejidad del mundo; es un saber sobre las formas de apropiación del mundo y de la naturaleza a través de las relaciones de poder que se han inscrito en las formas dominantes del conocimiento” (Leff, 2007, p. 13).

La vida se desarrolla en ámbitos que para el ser humano pueden entenderse como inimaginables, en los espacios más recónditos e increíbles, y con una suerte de interacción entre cada uno de los componentes y seres vivos que hacen posible este fenómeno. Por la trascendencia de esta profunda relación entre el ser humano y el entorno natural en que se desenvuelve, Rachel Carson nos lleva a una reflexión sobre los ámbitos fundamentales donde podemos encontrar el fenómeno de la vida:

La vida no solo se forma del suelo, otros seres vivos de increíble abundancia y diversidad existen dentro de él, y si esto no fuera así el suelo sería una cosa muerta y estéril. La presencia y las actividades de miles de organismos en el suelo permiten soportar el manto verde de la tierra (Carson, 2002, p. 53).

Muchas son las llamadas de atención al respecto del gran problema ambiental que afecta el futuro del hábitat humano. Donella Meadows identifica las condiciones y los límites:

Lamentablemente, la huella ecológica humana continúa incrementándose a pesar del progreso alcanzado en la tecnología y la investigación científica. Esto es mucho más serio porque la humanidad se encuentra ya en un territorio no sustentable. La conciencia general acerca de este problema es esperanzadoramente limitado (Meadows, Randers y Meadows, 2004, p. XIV).

Esto tendrá remedio si los dirigentes políticos toman conciencia clara del problema; sin embargo, como apunta Meadows:

Llevará mucho tiempo obtener apoyo político para generar los cambios en valores individuales y políticas públicas que puedan revertir las tendencias actuales y devolver la huella ecológica humana a los bajos niveles que durante tanto tiempo permitieron la capacidad de respuesta del planeta a las necesidades de la especie humana (Meadows, Randers y Meadows, 2004, p. XIV).

Bjorn Lømborg complementa la idea al expresar:

Esta comprensión del medioambiente es omnipresente. Todos estamos familiarizados con la larga lista de problemas del hábitat natural y humano. El medioambiente está en mal estado aquí en la Tierra. Nuestros recursos se están agotando. La población es cada vez mayor, dejando cada vez menos para comer. El aire y el agua están cada vez más contaminados. Las especies del planeta se están extinguiendo en grandes cantidades, desaparecen más de 40,000 cada año. Los bosques están desapareciendo, las poblaciones de peces están colapsando y los arrecifes de coral están muriendo (Lømborg, 2011, p. 4).

Edward O. Wilson se suma a esta percepción con su reflexión:

Lo que la humanidad está infligiendo a sí misma y a la Tierra, para usar una metáfora moderna, es el resultado de un error en la inversión de capital. Después de haber asignado los recursos naturales del planeta, optamos por comprar una anualidad con un vencimiento a corto plazo alcanzado por los pagos progresivamente crecientes. En aquel momento parecía una sabia decisión. Muchos, todavía lo hacen. El resultado es un aumento de la producción *per capita* y de consumo, los mercados inundados de bienes de consumo y de granos, y un superávit de los economistas optimistas. Pero hay un problema: los elementos clave del capital natural, la tierra

cultivable de la Tierra, las aguas subterráneas, los bosques, los recursos marinos y el petróleo, son en última instancia, finitos, y no están sujetos a un crecimiento de capital proporcional. Por otra parte, se están descapitalizando por sobreexplotación y destrucción del medioambiente (Wilson, 2002, p. 149).

Esta situación, lejos de disminuir, ha aumentado. Sobrepasarse significa ir más lejos de lo posible, ir más allá de los límites, accidentalmente, sin intención, y, de acuerdo con Dennis Meadows, es lo que ha estado sucediendo (Meadows *et al.*, 2004, p. 1); esta situación nos lleva a un camino sin retorno, pues sobrepasa los límites en la capacidad del planeta.

Victor Papanek enfatiza en el uso irreflexivo de los agentes químicos contaminantes que de manera constante se aplican:

La comunidad de la naturaleza —la comunidad biótica que proporciona a la humanidad el medioambiente— ha sido alterada de forma significativa. Existen muchos ejemplos de personas deformes, retrasados mentales o lisiados por la contaminación. El daño genético se ha producido como consecuencia del uso del *Agente Naranja* en Vietnam. El cáncer de huesos y leucemia han afectado a las personas que viven corriente abajo de los sitios de prueba atómica en Nevada y Utah. Inadecuado vertimiento de desechos tóxicos en Love Canal en Nueva York, Times Beach, Missouri, Stringfellow en California, y cerca de 50,000 de otros sitios también han tenido graves consecuencias para la salud. Sin embargo, las generaciones humanas durarán demasiado tiempo para demostrar los cambios evolutivos. Demasiado lejos... (Papanek, 1984, p. 248).

Ante este escenario solo queda la búsqueda de estrategias que detengan este proceso de deterioro irreversible que se produce en nuestro medioambiente. Al respecto, Paul Hawken plantea un cuestionamiento a la sociedad sobre la percepción optimista de una gran cantidad de la población, alimentada por una profunda ignoran-

cia, por un lado, y por una manipulación de los que detentan los poderes de decisión, en busca de seguir con los privilegios: “Una gran pregunta para la sociedad es si está dispuesta a poner su confianza en los pronósticos actuales, que son tan buenos que presumen que no habrá problemas ambientales significativos en el futuro” (Hawken, Lovins y Lovins, 1999, p. 316).

Los problemas ambientales son más sencillos de solucionar de lo que parece, solo es voluntad y decisión en beneficio de la gran mayoría, el sacrificio de las clases dominantes y la búsqueda de equilibrio en la relación del ser humano con el medioambiente; así lo plantea Paul Ehrlich, fundamentando esta propuesta con una dosis de responsabilidad social:

Nuestros problemas serían mucho más sencillos si solo se tuviera que considerar el equilibrio entre la alimentación y la población. En el largo plazo el progresivo deterioro de nuestro medioambiente puede causar más muerte y miseria que el déficit de alimentos-población. Y precisamente este factor, el deterioro del medioambiente, es casi universalmente ignorado por los más afectados con el cierre de la brecha alimentaria (Ehrlich, 1968, p. 26).

Las condiciones actuales obligan a la búsqueda de soluciones inteligentes y humanas, más allá de beneficios económicos.

De acuerdo con Rachel Carson, la historia de la vida en la tierra ha sido una historia de interacción entre los seres vivos y su entorno. Ella establece que: “En gran medida, la forma física y los hábitos de vegetación de la tierra y su vida animal han sido moldeados por el medioambiente”. Sin embargo, el proceso reversible que se vive en los momentos actuales se ha generado por acciones ajenas al proceso natural de transformación propio de la naturaleza:

Teniendo en cuenta toda la duración de tiempo en la tierra, el efecto contrario, en el que la vida en realidad modifica su entorno, ha sido relativamente leve. Solo en el momento del tiempo represen-

tado por el presente siglo, tiene una sola especie —el hombre— adquiere el poder para alterar la naturaleza de su mundo (Carson, 2002, p. 5).

Este proceso de interacción entre la naturaleza y uno de sus seres vivos ha sobrepasado los límites que la propia naturaleza ha establecido para la evolución en condiciones de desarrollo y equilibrio; la participación del ser humano en su relación ha pasado por encima de dicho desarrollo y equilibrio, como afirma Paolo Bifani (1946):

A lo largo de la historia, la acción del hombre sobre los procesos naturales se ha ido materializando en lo que podría llamarse un medioambiente construido, que se superpone al medioambiente natural: el proceso social-histórico se lleva a cabo en un lugar dado, en un espacio que preexiste a la vida humana y a cualquier sociedad. Se trata del espacio físico, natural o, en su acepción más común, del medioambiente (Bifani, 2007, p. 34).

Ha sido significativo este cambio de rumbo en el contexto del medioambiente; desde principios de la segunda mitad del siglo pasado se han generado llamados sobre la necesidad de cuidar el medioambiente, respetarlo y encaminar todos los esfuerzos a revertir los daños causados al entorno natural del planeta; tales llamados parecen tener eco en la comunidad global.

LA NATURALEZA COMO MODELO EN EL FUTURO DEL HÁBITAT

Los primeros hombres que habitaron el planeta, con conciencia plena de su ser y de su esencia, han tomado la naturaleza como recurso para mantener su supervivencia, y no para inspirarse en el desarrollo de su hábitat. Más allá de la observación de la naturaleza y del asombro que le pudieran generar sus fenómenos, el ser humano, a partir de su capacidad de raciocinio, encontró la oportunidad de descubrir, analizar e interpretar a través de los modelos de la naturaleza opciones para su desarrollo y evolución. El pensamiento

humano tuvo la capacidad de abstraer la información sobre las leyes y los comportamientos de la naturaleza que, a lo largo del tiempo, vinieron conformando las bases y los principios del conocimiento y determinaron los avances científicos y tecnológicos, los cuales toda la sociedad utiliza y de los cuales se beneficia.

Se puede aseverar que la naturaleza siempre ha tenido respuestas concretas a las necesidades humanas. Lo que ha necesitado para su evolución y desarrollo lo ha obtenido; los biosistemas como espacios de vida; las leyes y modelos como fuentes de información para el desarrollo de teorías, ciencias y tecnologías; los recursos bióticos como agua, plantas, animales, y los recursos abióticos como minerales, como materia para generar energía y los materiales para la construcción de su hábitat integral, y, por supuesto las energías naturales.

Un cambio de actitud, de percepción, implica una nueva conciencia, más acorde con el nuevo siglo, capaz de crear nuevos paradigmas como signo de equilibrio entre ser humano y entorno natural. Edgar Morin define la búsqueda de una nueva visión para el siglo XXI como el concepto de conciencia ecológica, que define: “Se trata de: 1. La reintegración de nuestro entorno en nuestra conciencia antropológica y social; 2. La resurrección ecosistémica de la idea de naturaleza, y 3. La aportación decisiva de la biosfera a nuestra conciencia planetaria” (Morin, 2008, 29).

Todo lo que se contempla respecto del saber ambiental será inútil si no somos capaces de aplicarlo de manera adecuada; en el diseño es fundamental alcanzar la eficiencia; en este sentido, William McDonough y Michael Braungart establecen respecto de la ecoefectividad estos planteamientos:

Cada habitante de un ecosistema es por lo tanto interdependiente en toda su extensión con su entorno. Cada criatura está involucrada en la conservación plena del sistema; todo el trabajo desarrollado debe ser a través de caminos creativos y en última instancia efectivos para lograr el

éxito de todo el conjunto (McDonough y Braungart, 2002, p. 122).

Ello, además, implica generación de subsistemas, sistemas y suprasistemas, según plantean los mismos autores:

Todas las hormigas aflojan y airean el suelo alrededor de las raíces de la planta, ayudan a hacer permeable al agua. Los árboles transpiran y purifican el agua, producen oxígeno, y enfrían la superficie del planeta. Cada uno de los procesos generados por las especies no tiene únicamente implicaciones individuales y locales, sino también globales (McDonough y Braungart, 2002, p. 122).

El desarrollo científico y tecnológico ha tomado como punto de partida el trabajo empírico de la naturaleza. El valor del conocimiento generado a partir de la observación de los fenómenos naturales ha sido principalmente trabajo del pensamiento, que ha sido capaz de interpretar y decodificar el cúmulo de información existente, el cual podemos entender como la comprensión del proceso evolutivo desarrollado. En este sentido, el nivel tecnológico alcanzado es la consecuencia de un proceso evolutivo del pensamiento humano. Las diferentes disciplinas que se han desarrollado al amparo de los fenómenos naturales han sido el fundamento de este desarrollo, visto desde diferentes visiones, como la filosófica, la de las leyes de la naturaleza y la de la visión ecológica.

El ente conocido como naturaleza no termina de proporcionarnos información de sus fenómenos; en la medida en que se avanza en la evolución del pensamiento, más conocimiento se recibe de su parte; cada día se descubren nuevos principios y fenómenos y se profundiza en los existentes. Procesos, materiales, cualidades, propiedades, desde lo más infinitamente pequeño, como el átomo, hasta lo infinitamente enorme, como todo el universo; en esa escala y en otros niveles intermedios nos damos cuenta de la cantidad de información y conocimiento disponible para aprovechar en beneficio de la especie humana.

LA ECOLOGÍA COMO INTERACCIÓN DE LOS SERES VIVOS EN SU HÁBITAT

El principio de la ecología, de reciente reconocimiento, sobre todo con respecto a la biología, en su proceso evolutivo, se ha encargado de estudiar y clasificar la organización y los niveles jerárquicos existentes de las comunidades bióticas y abióticas, como componentes del entorno del planeta contenidos en su biosfera. Eugene Odum establece que: “Todo aquello en los sistemas naturales susceptibles de organizarse, son estudiados por esta ciencia, desde la biosfera hasta las células como organismos individuales más pequeños de la naturaleza” (Odum, 2005, p. 35). Todas las relaciones existentes entre seres vivos que son parte de un sistema, en este caso de un ecosistema, son motivo de estudio y análisis de la ecología.

En ese proceso evolutivo en el concepto del hábitat humano, este concepto entra en una íntima relación con dos fenómenos propios de la especie humana, la ciudad y la casa; en este sentido, Le Corbusier, planteaba:

En la naturaleza caótica, el hombre para su seguridad se crea un ambiente, una zona de protección que esté en armonía con lo que él es y con lo que piensa; necesita puntos de referencia, plazas fuertes en cuyo interior se sienta seguro; necesitó de cosas de su determinismo. Lo que hace es una creación que se opone tanto más al medio natural cuanto más cerca del pensamiento está su objetivo y cuanto más alejado, más liberado del cuerpo (Le Corbusier, 2001, p. 31).

La construcción del hábitat, en relación con el entorno natural, ha significado desde las primeras obras hechas por el hombre una afectación para su entorno. Es un hecho definitivo y determinante el proceso de deterioro de los sistemas naturales, aun si se piensa en la menor afectación. La estructura de los ecosistemas implica una organización jerárquica, interrelacionada y sensible, no solo verticalmente, sino también horizontalmente; por la natural sensibilidad de cualquier ecosistema, la única opción que tiene para sobrevivir es respe-

tarlo en función de un equilibrio sustentado en el respeto a su propio desarrollo.

¿SUSTENTABILIDAD O SOSTENIBILIDAD?

Con frecuencia la sociedad se enfrenta a la dicotomía de los términos de desarrollo sustentable y desarrollo sostenible, los que para muchos expresan lo mismo, la conservación de los recursos naturales, sin embargo, cuando menos en nuestro idioma –tan rico en significados e interpretaciones– su significado es tan cercano entre sí, pero a la vez tan diferente en su sentido para Paolo Bifani,

El desarrollo sustentable se refiere a un constante proceso de cambio en el cual la explotación de los recursos naturales, la dirección de la inversión y el progreso científico-tecnológico, junto al cambio institucional, permiten compatibilizar la satisfacción de necesidades sociales y futuras (Bifani, 2017, p. 130).

Ello implica que es parte inherente al proceso de cambio y transformación, interpretado esto con un sentido de creación, de generación de soluciones que no generen el fenómeno entrópico, típico en las acciones que tradicionalmente se han desarrollado en los procesos industriales actuales. Por otro lado, la FAO (Food Agriculture Organization, UN) plantea el desarrollo sostenible como:

La gestión y conservación de la base de recursos naturales y la orientación del cambio tecnológico para asegurar el logro y la continua satisfacción de las necesidades humanas de las generaciones presentes y futuras. Tal desarrollo sostenible, que incluye agricultura, explotación forestal y pesquera, conservación de los recursos genéticos, suelos y agua, no degrada el medioambiente; es adecuado desde el punto de vista tecnológico a la vez que viable desde el punto de vista económico y socialmente aceptable (FAO, 1995a, citado en Bifani, 2007, p. 131).

Esta definición es la que más difusión ha obtenido, pensando en las generaciones futuras; sin embar-

go, desde la visión del diseño, podemos ubicarla como una percepción pasiva cuyo único interés es conservar el capital natural tal como se encuentra, lo que refleja una contraposición con la sustentabilidad, que implica un proceso de transformación responsable y respetuosa de los límites de explotación que podemos desarrollar. En este sentido, el concepto más adecuado para el desarrollo de productos es el de “Desarrollo sustentable”.

LA SUSTENTABILIDAD COMO ESENCIA DE LA SUPERVIVENCIA Y CALIDAD DE VIDA

La sustentabilidad surge de la necesidad de generar condiciones para enfrentar los retos de una manera multidisciplinaria, en las que la diversidad de ciencias, disciplinas y empirismo aporte, desde cada uno, su visión y su conocimiento en busca de recuperar nuestro entorno y detener el proceso de deterioro actual; este objetivo lo plasma Enrique Leff cuando plantea:

en cuanto racionalidad ambiental, se conjuga el orden teórico e instrumental del conocimiento con los valores que plasman todo saber ambiental, abriendo las perspectivas de una administración científica y técnica del ambiente hacia una nueva racionalidad que integra la pluralidad de valores, visiones, concepciones e intereses que configuran el campo de la ecología política, donde confluyen diversas formas de racionalidad, así como las diferentes significaciones culturales asignadas a la naturaleza (Leff, 2009, p. 21).

En los últimos tiempos se han alcanzado niveles de desarrollo y de profundidad en el conocimiento biológico, a través de nuevos instrumentos que, de acuerdo con Jeremy Rifkin: “Abren oportunidades para la remodelación de la vida en la Tierra a la vez que clausuran opciones que han existido a lo largo de los milenios de la historia de la evolución” (Rifkin, 2009, p. 24).

Por otro lado, Annie Leonard plantea lo siguiente en cuanto al término desarrollo:

Intuitivamente entendemos que el “desarrollo” tiene que ver con las cosas que se van mejorando. Lamentablemente, con demasiada frecuencia el desarrollo ha llegado a referirse al progreso como la implementación de una economía con consumo intensivo del combustible fósil y carga de tóxicos. Por lo que, las pequeñas ciudades de Costa Rica con una alta expectativa de vida, alfabetización y satisfacción de la vida pueden considerarse menos “desarrolladas” que las ciudades estadounidenses con tasas más altas de degradación ambiental, desigualdad social y estrés (Leonard, 2009, p. xxxv).

Sin embargo, cada vez más el concepto “desarrollo” adquiere una connotación más cercana a una visión con las condiciones actuales, donde no solo debe entenderse como un avance económico, sino también, y sobre todo, como un desarrollo integral, por lo que su valor actual como término nos acerca a una búsqueda de soluciones integrales y no fraccionadas que disfrazan este concepto con explotación irracional. Para ello Leonard, en su amplia experiencia, establece una visión más congruente con los retos actuales:

Entendemos que el “desarrollo” tiene que ver con que debemos mantener nuestro ojo en los objetivos: el bienestar humano y ambiental. Si la nueva infraestructura, la urbanización y el consumo de recursos contribuyen a esos objetivos, generarán un desarrollo real. Pero si empiezan a socavar el bienestar, entonces eso significará la destrucción, no el desarrollo (Leonard, 2009, p. xxxv).

EL HÁBITAT COMO SISTEMA HUMANO

Para Eugene O. Odum y Gary Barret,

El hábitat de un organismo es el sitio donde vive o los sitios donde se espera encontrarlo. Sin embargo, el nicho ecológico no solo incluye el espacio físico que ocupa el organismo, sino también su papel funcional en la comunidad (su posición trófica, por ejemplo) y su posición dentro de los

gradientes ambientales de temperatura, humedad, pH, suelos y otras condiciones de existencia (Odum y Barret, 2006, p. 310).

A partir de sus reflexiones, Odum y Barret terminan estableciendo dos tipos de hábitat, entendiendo a los ecosistemas como propiamente sinónimo de hábitat: el ecosistema natural, donde se desarrollan las acciones y los procesos de vida de una manera natural, y el tecnoecosistema artificial, construido por el ser humano, donde se desarrollan las actividades humanas (Odum y Barret, 2006, p. 71).

La construcción del hábitat, en relación con el entorno natural, ha significado desde las primeras obras hechas por el hombre una afectación para su entorno. Es un hecho definitivo y determinante el proceso de deterioro de los sistemas naturales, aun si se piensa en la menor afectación. La estructura de los ecosistemas implica una organización jerárquica, interrelacionada y sensible, no solo verticalmente, sino también horizontalmente; por la natural sensibilidad de cualquier ecosistema, la única opción que se tiene para sobrevivir es respetarlo en función de un equilibrio, sustentado en el respeto a su propio desarrollo.

La apropiación que ha hecho el ser humano de la mayor parte de la superficie del planeta ha significado un dominio de todo lo que sea natural. Solo ha respetado aquellas áreas que no son factibles de explotar, como los desiertos; sin embargo, cada espacio que sea susceptible de ofrecer ganancias al ser humano es candidato a ser explotado. En los primeros tiempos, por el carácter nómada, su huella temporal y su baja incidencia en la explotación de los recursos naturales, no se alcanzaba a afectar de manera permanente las áreas ocupadas; sin embargo, cuando el ser humano se convierte en una especie más sedentaria y ocupa superficies con un carácter definitivo, se inicia el proceso de deterioro, lo que ha llegado a niveles insostenibles en la actualidad. Los asentamientos humanos en la historia del mundo han sido los instrumentos que ha generado el ser humano para la depredación de los sistemas naturales.

Si se continúa con este ritmo en la construcción del hábitat, el equilibrio ambiental llegará a niveles insostenibles; de acuerdo con Brian Edwards:

La industria de la construcción absorbe el 50% de todos los recursos mundiales, lo que la convierte en la actividad menos sostenible del planeta (...) Vivimos en casas, viajamos por carreteras, trabajamos en oficinas y nos relacionamos en cafeterías y bares. La existencia y el alojamiento de la civilización contemporánea dependen de una construcción insostenible (Edwards, 2004, p. 1).

Las condiciones físicas y el impacto del hábitat sobre el medioambiente no solo afectan cuando se está realizando el proceso constructivo, sino es permanente. Estas acciones de depredación solo llevan a una consecuencia: la destrucción del hábitat común, este que nos proporciona recursos naturales como alimentos, agua, energía y un clima habitable, que permite la supervivencia de la especie humana.

EL DISEÑO COMO PROCESO DE INTERPRETACIÓN EN EL DESARROLLO DE PRODUCTOS

La función del diseñador ha venido cambiando de manera sistemática en las últimas décadas; se han modificado los objetivos que se planteaban y se constituían en paradigmas, concretamente en las décadas 70 y 80 del siglo pasado, donde el valor estético, las influencias externas y en ocasiones los caprichos de diseñadores reconocidos se tomaban como verdades absolutas, pero, sobre todo, planteaban los productos con una omisión absoluta de las consecuencias que generaban en el medioambiente al final de su ciclo de vida. Fernando Tudela reflexiona sobre la importancia de que los diseñadores actuales consideren factores antes no considerados, y en ello va de por medio la actitud ante la destrucción del medioambiente; él expresa:

La transformación de la práctica dominante del diseño no depende de un gesto voluntarista de

los diseñadores mismos. Su posibilidad está vinculada a una serie de cambios objetivos, internos y externos. La práctica del diseño se transformará en la medida en que lo haga su marco social de referencia (Tudela, 1982, p. 137).

La superación de la marginación que padecen grandes sectores de la población, la correlativa participación popular en la toma de las decisiones que afectan las condiciones de vida, la rotura de la estratificación social que determina sistemas que hoy funcionan casi como compartimientos estancos, aunque absolutamente interdependientes, determinarán sin duda un replanteamiento de los objetivos del diseño profesional. Los diseñadores, inmersos hoy en una práctica globalmente alienada, con frecuencia acostumbrados a resolver problemas ficticios o limitados, propios de un reducidísimo sector social, tendrán que hacer frente a un reto de proporciones inusitadas. El reciclaje de los recursos humanos adquirirá entonces la prioridad histórica que le corresponde (Tudela, 1982, p. 137).

Por su parte, Tomás Maldonado hace notar las implicaciones si pasamos por alto la búsqueda de una nueva visión en el desarrollo de productos:

Hay algo de nuevo en el riesgo de nuestros días. Por primera vez, el riesgo amenaza la supervivencia de nuestra especie a nivel planetario. Los efectos de un riesgo de este tipo se propagan en el espacio y en el tiempo, efectos que son al mismo tiempo transnacionales y trans-generacionales. Toda reflexión seria y responsable referente al riesgo debe tener en cuenta necesariamente esta particular naturaleza que reviste en nuestra época. Y que tiene indudables implicaciones prácticas (Maldonado, 1999, p. 20).

John Tackara, en su libro *In the Bubble*, nos presenta una perspectiva de la responsabilidad del diseño ante los retos climáticos que se presentan, y se manifiesta convencido de que las “pequeñas acciones”, generan “grandes efectos”; señala:

Para los diseñadores de productos, la lección es que las pequeñas acciones pueden tener grandes efectos. En muchas industrias, las medidas para integrar las consideraciones medioambientales en el desarrollo de productos han resultado en logros positivos sustanciales. Europa lidera el camino, países como Dinamarca, Alemania, Holanda, Austria y Suecia son pioneros en evaluación de impacto, métodos de desarrollo del diseño y la formación en diseño ecológico. Sus esfuerzos contribuyeron a una reducción global de las emisiones de dióxido de carbón en la fabricación de la UE de más del 11% entre 1985 y 2000. Algunas multinacionales están ahora involucradas en el tema del diseño de producto ambiental de una manera comprehensiva, particularmente en los campos de productos eléctricos y electrónicos, vehículos de motor, y empaçado. Estas firmas han considerado una variedad de caminos prestando atención a los aspectos ambientales y sociales relacionados con sus productos, formando una perspectiva de ciclo de vida, ya que solo consideraban aspectos económicos y de mercado (Tackara, 2005, p. 14).

Mike Press y Rachel Cooper establecen una visión muy cercana a Tackara, pues consideran que:

El medioambiente ya no es simplemente un recurso que se despilfarra, ni un contenedor de desperdicios. Actualmente, las empresas lo consideran una oportunidad, y un bien valioso. En resumen, la idea del medioambiente como una restricción para la empresa ha sufrido un cambio de modelo y ya es posible demostrar que puede ofrecer oportunidades para la innovación y la ventaja competitiva. Este cambio es uno de los más significativos de la filosofía empresarial en los últimos 50 años (Press y Cooper, 2009, p. 100).

Esto implica una perspectiva más global y universal, donde todos los factores apuntan hacia soluciones integrales, de una manera responsable con el entorno y el capital natural, sobre todo, ya no como una inquietud personal, sino

como una visión profesional con una gran trascendencia social:

El concepto de sostenibilidad es clave en la responsabilidad medioambiental y se considera cada vez más un objetivo fundamental por parte de gobiernos, empresas y el mundo del diseño (...) Los límites ecológicos impuestos sobre nuestra utilización de los recursos, junto con los temas derivados de la sostenibilidad, han desembocado en nuevas definiciones para términos como “estándar de vida” y se caracterizan sobre todo por un cambio de medidas cuantitativas a cualitativas. La rudimentaria medición del estándar de vida mediante el nivel de actividad económica a través del producto interno bruto (PIB), está dando paso a valoraciones de calidad de vida como el Índice de Desarrollo Humano de Naciones Unidas, que incluye salud, educación y medidas medioambientales. Por lo tanto, quizá la experiencia vital represente finalmente algo más que el crecimiento económico (Press y Cooper, 2009, p. 101).

Podemos preguntarnos a nosotros mismos: ¿Cuál es nuestra responsabilidad en el futuro de nuestra sociedad? ¿Deberemos seguir con una actitud individualista, pensar solo en satisfacer nuestro ego? Se cree que uno de los cambios fundamentales en la visión del diseñador del futuro está en modificar su visión individualista hacia una visión global donde los problemas a resolver no serán asunto de una profesión o de una actividad independiente, sino de un trabajo conjunto y comunitario. En este sentido, Bruce Mau, director del Instituto sin Fronteras de Toronto, Canadá, señala:

Vamos a construir una mente global. La red mundial: el futuro de nuestro planeta depende de que rediseñemos el sistema de energía actual, que se basa en entidades centralizadas a gran escala. Necesitamos producir energía localmente y distribuirla globalmente (Mau, 2004, p. 83).

Y esta visión global, pero profundamente local, es el paradigma digno de reconocer.

LA BIÓNICA COMO CAMINO DEL DISEÑO PARA EL FUTURO

De manera cada vez más creciente la disciplina del diseño adquiere un lugar más relevante en el desarrollo de la sociedad humana; se desenvuelve en múltiples ámbitos de la actividad humana, y se posiciona, por su efectividad, en la solución de problemas y en el mejoramiento de la calidad de vida. Se ha definido de variadas formas y con variado énfasis; sin embargo, es un hecho que, al ser una actividad esencialmente pragmática, la podemos entender como un dominio de habilidades, conceptos y herramientas, todas generadas en una diversidad de disciplinas que, a través de un proceso, nos llevan a definir el diseño como “Noble oficio capaz de transformar el mundo” (Jiménez, 2006), con un sentido profundamente humano y enfáticamente tecnológico.

En el campo del diseño existe una diversidad de enfoques y caminos que buscan, a través de su dominio, resolver los problemas humanos. En uno de esos caminos figura la Biónica, una disciplina cuya característica principal es su relación intrínseca con la naturaleza, ya que el principal recurso para su desarrollo se encuentra en los modelos de la naturaleza que, a través de los principios, sistemas, funciones, mecanismos, patrones y estructuras manifestados en ellos, cumplen la función de generar información y conocimiento útil para su aplicación en objetos artificiales.

De una manera somera, se hace un recorrido en el proceso evolutivo que esta disciplina, que forma parte del diseño, ha realizado en las pocas décadas desde que se reconoció de manera más formal. En 1960, el comandante de la US Air Force Jack Steele, involucrado en un planteamiento de investigación emergente sobre la relación entre los sistemas naturales y los artificiales, definió la Biónica como “La ciencia de los sistemas, cuya función está inspirada en sistemas vivos, o aquellos con características de sistemas vivos, o bien parecerse a estos sistemas” (Steele, en Gerardin, 1968, p. 11), concepto que ha ido evolucionando hacia un sentido más objetivo y claro como proceso de interpretación de la información generada en la naturaleza y transformada en productos

tecnológicos en beneficio de la sociedad. Por su parte, Jean Meyer la define como:

disciplina científica relacionada con la cibernética —ciencia de los organismos— caracterizada por el hecho de que, en vez de simular mecanismos observados en la naturaleza con ayuda de máquinas o de sistemas producidos por el hombre, adopta el camino inverso e intenta fundar el principio del mecanismo o del aparato siguiendo una observación minuciosa de los dispositivos existentes en la naturaleza y, en particular, en los organismos biológicos (Meyer, en Moles, 1975, p. 49).

Por su parte Daniel S. Halacy Jr. establece que la Biónica es: “La ciencia de las máquinas y los sistemas que trabajan a la manera de cosas vivientes” (Halacy, 1965, p. 181). En este mismo sentido, Lucien Gerardin determina que “La Biónica es el arte de aplicar el conocimiento de los sistemas vivos para resolver problemas técnicos” (Gerardin, 1968, p. 11). H. D. Hoffner la plantea como:

El estudio de sistemas vivientes para aplicar a las tecnologías sus principios técnicos y procedimientos. Es particularmente apta para estimular la capacidad de captar los detalles tridimensionales y los principios formales que los estructuran, así como para incrementar la capacidad de transformación, es decir, cuando se examina y analiza un objeto análogo (Hoffner, en Bonsiepe, 1978, p. 125).

Werner Nachtigall, uno de los representantes más importantes y de mayor influencia en este campo, toma la Biónica como punto de partida de su visión sobre el concepto de biología técnica, a través del cual sostiene que la Biónica es: “Aprender de la naturaleza como inspiración para nuevos trabajos técnicos independientes”; sobre todo con una visión esencial en la que el factor técnico es fundamental establece que: “Biónica como una disciplina científica permite sistematizar la ejecución técnica y aplicación de estructuras, procesos y principios de diseño de los sistemas biológicos” (Nachtigall, 2002, p. 3). Sin embargo, a lo largo del

tiempo ha evolucionado su percepción y su concepto de Biónica y, como una definición ampliada, señala que: “La Biónica incluye aspectos de la interacción animadas e inanimadas de las piezas y sistemas y la aplicación económica y tecnológica de los criterios de organización biológica”. Además, para Nachtigall tiene un significado metafísico, al señalar que la Biónica es el reflejo del pensamiento creativo de Dios (Nachtigall, 2002, p. 3).

Siendo la esencia de esta disciplina desarrollar productos inspirados en modelos naturales, técnica y socialmente aceptables, su esquema y su visión se enfocan, como área del diseño, en utilizar esquemas y métodos propios de su naturaleza como disciplina sintetizadora, para llegar a escenarios de innovación, de efectividad y de identificación social en las propuestas planteadas. De tal manera, la información generada en este proceso se pueda sistematizar en la búsqueda de las mejores soluciones. Podemos identificar —a partir de la Biónica— todo fenómeno generado en la naturaleza, y con ello establecer las estrategias para su estudio, análisis o abstracción, finalizando con el trabajo de transformación y síntesis. Estos conceptos son, a saber: principios, sistemas, funciones, mecanismos, patrones y estructuras, y se expresan en cada uno de los modelos existentes en la naturaleza, de una manera individual o formando una entidad con el conjunto de conceptos que participan en el desarrollo de la especie estudiada. Establecer esta taxonomía permite generar un proceso de simplificación y comprensión de la naturaleza en cada fenómeno.

La Biónica como disciplina no plantea que la información que se obtiene de la naturaleza sea prácticamente una guía de referencia rápida y con términos para trasladar simplemente a un caso específico; el valor de la Biónica como función hermenéutica es interpretar con una visión particular y de acuerdo con las necesidades de cada caso en cuestión; para ello, Carmelo di Bartolo señala:

De la observación de “objetos naturales” (esqueletos de animales, troncos vegetales, sistemas de circulación y distribución de líquidos alimenta-

rios, procesos de intercambio entre organismos y ambiente) no emanan préstamos inmediatos de soluciones formales o funcionales, la atención se concentra más bien en las relaciones entre las partes constitutivas de un miembro articulado o de un conjunto de órganos y, sobre todo, en la manera en que las partes, la calidad y la distribución del material, la subdivisión y la integración de los diversos elementos que colaboran en la solución de un problema funcional identificado como central. Por lo tanto, no se trata de obtener una sugerencia de la naturaleza, sino de construir un modelo de referencia para la solución de un problema, sobre la base de la observación de los datos naturales.

Di Bartolo puntualiza en la esencia del proceso perceptivo de la Biónica, al señalar que “El modelo no es un objeto, es la premisa para llegar a la definición de un objeto, para delinear sus características de una manera adecuada a los requisitos” (Di Bartolo, 1994, p. 36). Para Vogel, el concepto de pequeñez es un fundamental en el planteamiento que hace de la naturaleza y queda como lección para la Biónica: “la naturaleza empieza con lo pequeño. Básicamente, los organismos más que estar divididos en células, están contruidos con células” (Vogel, 1998, p. 41).

LA SUSTENTABILIDAD, ESTRATEGIA DE SUPERVIVENCIA Y EQUILIBRIO DEL HÁBITAT HUMANO

Diversos autores e investigadores se han interesado en el desarrollo sustentable como alternativa viable para el éxito de las diferentes estrategias planteadas en los últimos tiempos. Entre estas estrategias se presentan algunas de las más representativas y expresan el sentir de una gran cantidad de diseñadores a escala global. A continuación se reproducen cuatro documentos publicados cuyo objetivo es establecer los caminos más adecuados para alcanzar un equilibrio entre el desarrollo económico y el desarrollo sustentable.

DOCUMENTO 1

Manifiesto del diseño ecológicamente plural. Diseños que caminan con suavidad sobre el planeta

En el siglo XXI, todo diseñador consciente diseñará con integridad y sensibilidad objetos, materiales o productos de servicio sostenibles que satisfagan las necesidades humanas sin acabar con los recursos naturales, sin causar daños a los ecosistemas y sin restringir las opciones disponibles a las generaciones futuras.

Un diseñador ecológicamente plural:

1. Diseñará para satisfacer necesidades reales, y no necesidades de moda pasajeras o creadas por el mercado.
2. Diseñará para minimizar la huella ecológica del objeto, material o producto de servicio; es decir, para reducir el consumo de recursos, incluyendo la energía y el agua.
3. Diseñará para aprovechar la energía solar (la energía del sol, del viento, del agua o del mar), en vez de usar capital natural no renovable, como carburante fósil.
4. Diseñará para hacer posible la separación de los componentes del producto en cuestión al final de su ciclo vital, fomentando así el reciclaje o la reutilización de sus materiales y componentes.
5. Diseñará para excluir el uso de sustancias tóxicas o peligrosas para el ser humano o para otras formas de vida, en todos los estados del ciclo vital del objeto, material o producto de servicio.
6. Diseñará para crear el máximo de beneficios para el grupo social a quien va destinado el producto, y para educar al usuario, creando así un futuro más igualitario.
7. Diseñará para usar materiales y recursos disponibles localmente, siempre que ello sea posible (se trata de pensar globalmente, pero actuar localmente).
8. Diseñará para excluir el letargo de la innovación, volviendo a examinar las presunciones originales que hay tras los conceptos existen-

tes, y tras los objetos, materiales o productos de servicio.

9. Diseñará para convertir productos en servicios.
10. Diseñará para maximizar los beneficios del producto, material o producto de servicio para las comunidades.
11. Diseñará para fomentar las estructuras modulares en diseño, permitiendo así adquisiciones posteriores, a medida que las necesidades lo requieran y la capacidad adquisitiva lo permita, para facilitar la reparación y la reutilización, y mejorar la funcionalidad.
12. Diseñará para generar debate y cuestionar el *statu quo* que rodea a los diferentes productos y materiales.
13. Divulgará diseños ecológicamente plurales para el dominio público en beneficio colectivo, y en especial aquellos diseños que no se fabrican comercialmente.
14. Diseñará para crear objetos, materiales y productos de servicio más sostenibles, de cara a un futuro más deseable.

Fuad-Luke, Alastair (2002), *Manual de diseño ecológico*, Palma de Mallorca, Cártago, p. 15.

DOCUMENTO 2

Los principios de Hannover

1. Insistir en el derecho de la humanidad y la naturaleza para coexistir en una condición sana, solidaria, diversa y sostenible.
2. Reconocer la interdependencia.
3. Respetar las relaciones entre el espíritu y la materia.
4. Aceptar la responsabilidad de las consecuencias en las decisiones de diseño sobre el bienestar humano, en la viabilidad de los sistemas naturales y su derecho a coexistir.
5. Crear objetos seguros de valor a largo plazo.
6. Eliminar el concepto de residuo.
7. Confiar en los flujos naturales de energía.
8. Entender las limitaciones del diseño.

9. Buscar la mejora constante mediante el intercambio de conocimientos.

McDonough, William y Michael Braungart (2013), *The Upcycle. Beyond Sustainability-Designing for Abundance*, New York, North Point Press, p. 9.

DOCUMENTO 3

Design Council. Documento de debate sobre las ventajas competitivas del desarrollo sostenible

1. Ahorro de costes. Gracias a las mejoras en el diseño industrial y los sistemas de producción, se puede ahorrar en costes de fabricación reduciendo la aportación de energía y materiales.
2. Nuevos mercados medioambientales. Las propias tecnologías medioambientales representan un mercado creciente y considerable; se prevé alcanzar los 636,000 millones de dólares en todo el mundo en 2010.
3. Beneficios de *marketing*. Algunas empresas han utilizado sus credenciales medioambientales como estrategia central de *marketing* (como The Body Shop). Las pruebas demuestran que muchos clientes pagan más por un producto ecológico.
4. Requisitos de proveedores. Los proveedores de productos y servicios para venta a minoristas sufren una creciente presión para garantizar que afrontan el asunto de la sostenibilidad en su suministro. El reciente ejemplo de los cultivos transgénicos en el Reino Unido ha puesto de manifiesto que las cadenas de supermercados estaban dispuestas a rechazar a los proveedores que utilizaban tecnologías de modificación.
5. Cumplimiento de la legislación. La “etiqueta verde” reglamentaria en Europa, Estados Unidos y otros lugares proporciona un marco de regulación al que deben adherirse las empresas si quieren evitar multas y publicidad adversa.
6. Satisfacción de agentes interesados. Aunque los accionistas siguen siendo el grupo de in-

terés principal de cualquier empresa (según la legislación británica al menos), se tiene cada vez más en cuenta la opinión de otros agentes afectados genética por sus operaciones: empleados, consumidores, comunidades locales, etcétera.

7. Demanda del consumidor. La evidencia sugiere ya que la demanda de productos ecológicamente responsables por parte del consumidor es real y creciente. Lo que era un nicho de valor añadido a principios de la década de 1990 se ha convertido ya en una razón principal; lo demuestra una vez más la inquietud generalizada sobre los cultivos transgénicos.
8. Diferenciación del producto. Tal como afirma el Design Council: “En el creciente mercado global competitivo de hoy en día, cualquier forma de diferenciación del producto es bienvenida. Existen varios ejemplos de empresas que han empleado la sostenibilidad medioambiental para diferenciarse” (101).

Design Council, London, citado en Mike Press y Rachel Cooper (2009), *El diseño como experiencia. El papel del diseño y los diseñadores en el siglo XXI*, Barcelona, Gustavo Gili, p. 101.

DOCUMENTO 4

Principios básicos del diseño biónico

Buen diseño significa diseño óptimo. La clave radica en los siguientes principios básicos inspirados en las construcciones naturales.

1. Integrado en lugar de construcción adicional.
2. Optimización de totalidades en lugar de maximización de partes individuales.
3. Multifuncional en lugar de monofuncional.
4. Adaptación al medioambiente.
5. Ahorro de energía en lugar de desperdicio de energía.
6. Uso directo e indirecto de la energía solar.
7. Tiempo de vida limitado en lugar de duración innecesaria.

8. Recirculación total en lugar de acumulación de basura.
9. Creación de redes en lugar de linealidad.
10. Desarrollo a través de la prueba y el error.

Nachtigall, Werner (2000), *El gran libro de la Biónica. Nuevas tecnologías inspiradas en lo natural*, Stuttgart-München, Deutsche Verlags-Anstalt, p. 157.

EL FUTURO DE LA SUSTENTABILIDAD COMO HERRAMIENTA DE TRANSFORMACIÓN

Es menester que la distancia entre avance tecnológico y avance social se reduzca significativamente. Los hechos hablan, la tecnología actual refleja un estado actual de las cosas en cuanto al avance de la ciencia y la tecnología coincide con este tiempo; sin embargo, el avance social queda retrasado de manera incluso violenta, al quedar marginada de los avances tecnológicos, y en consecuencia de los avances sociales, la gran mayoría de la población del planeta. Y en ello va implícito que la ciencia y la tecnología, parafraseando a Immanuel Kant, es el conocimiento organizado, y la sabiduría en cuanto a la aplicación del conocimiento es la organización de la vida; lamentablemente, en ello existe un gran retraso. Alex Steffen, editor de la publicación *Global Changing* (2011) plantea:

En el ámbito del hábitat como proceso de transformación humana, la tecnología se ha constituido en el instrumento de transformación con mayor influencia, trascendiendo más allá de su función transformadora de materiales en artefactos facilitadores de las actividades humanas; se ha constituido en el eje de las revoluciones que a lo largo de la historia han transformado de manera absoluta el pensamiento cubriendo las necesidades más complejas de la sociedad.

La tecnología ha demostrado como fenómeno producto de la mente, que es capaz de rebasar las fronteras del conocimiento hasta alcanzar

escenarios hasta hoy no imaginados, y no se entienden como acto de magia o de culturas ajenas a la especie humana, sino como producto de la evolución del pensamiento y conocimiento.

El camino evolutivo de la tecnología como producto del pensamiento humano es posiblemente uno de los factores de desarrollo del ser humano que mayor alcance ha logrado, muy por encima de los factores sociales-humanísticos; se percibe el significativo desfase de desarrollo entre estos dos fenómenos humanos. No existe ninguna duda de los sobresalientes avances alcanzados por la ciencia y la tecnología, lo que si puede es generar incertidumbre entre la razón científica y la razón ética del comportamiento humano; todavía se perciben conceptos de atraso social en la organización de los grupos sociales; todavía existen paradigmas polarizables que establecen desigualdades entre los seres de una misma especie.

El gran reto no es saber si la mente humana es capaz de rebasar las fronteras tecnológicas, sino si seremos de actuar éticamente en la administración social de esas riquezas del conocimiento humano para beneficio de toda la especie humana; posiblemente son parte de las grandes utopías que han sido concebidas desde la antigüedad y que todavía muchas de ellas son vigentes en sus aspiraciones. El reto es encontrar el equilibrio entre el avance tecnológico y su aplicación en beneficio del ser humano como especie (Steffen, 2011, p. 130).

LA BIÓNICA COMO INTERFACE ENTRE EL CAPITAL NATURAL Y EL CAPITAL TECNOLÓGICO. LOS CAMINOS PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS SUSTENTABLES

La naturaleza de la Biónica en el diseño. Desde los principios de la evolución humana, ha sido la naturaleza, sin duda, la generadora de la información más importante con que el ser humano ha podido sobrevivir. La capacidad del pensamiento humano ha permitido entender los elementos

clave de los diferentes modelos naturales y su entorno, y en miles de años poco ha variado la esencia de la experiencia de la naturaleza aprovechada por el ser humano. Se ha considerado la especie humana como la única capaz de sobrevivir en cualquier ecosistema natural, gracias a la información y los elementos claves necesarios para su supervivencia.

Se ha podido establecer que la naturaleza está conformada por estas premisas. Todo modelo está constituido por patrones, los cuales pueden manifestarse de diferentes maneras, escalas y fenómenos. La forma siempre expresa la función, no existen casualidades, cada forma tiene una función específica, incluso puede cubrir en ocasiones funciones complementarias, y sin embargo la función más importante es la que predomina y se refleja. En la naturaleza no existen los desechos, es la eficiencia en recursos, esfuerzos y sistematización de cada una de las propiedades y mecanismos que llevan a los modelos naturales a convertir sus niveles de supervivencia en factores de alta calidad. En la naturaleza siempre está presente la incertidumbre. No existen dos modelos iguales. Nada puede asegurarse, por la diversidad de propiedades y mecanismos existentes y las condiciones de cada una de ellos y su influencia en el tiempo y en el espacio donde se desarrollen. En la naturaleza todos los caminos llevan a la eficiencia. En todos los modelos naturales son constantes el cambio y el movimiento. Estas premisas han permitido la evolución de las especies y constituyen una valiosa enseñanza en el diseño.

Robert Walser planteaba que “La naturaleza no se esfuerza por tener sentido. Ya lo tiene” (Walser, citado en Von Gleich *et al.*, 2010, p. 9), y este sentido se manifiesta por tres conceptos fundamentales: supervivencia, evolución y adaptación. El diseño como referencia analógica identifica en la naturaleza los fenómenos de eficiencia, equilibrio, cambio, movimiento, evolución y adaptación —los que incluso ya forman parte del lenguaje del propio diseño—, y de ellos han emanado los principios que rigen a todos los modelos u organismos vivos existentes. Se pueden desta-

car los siguientes principios: interacción, racionalidad, funcionalidad, mecanización, mutación, jerarquización, sistematización, similitud y contraste, además de un sinnúmero de propiedades y mecanismos propios de cada modelo natural. Esta es la gran enseñanza de los fenómenos naturales que en el diseño se ha podido aprovechar, y es indudable que podemos encontrar una gran cantidad de ejemplos de aplicación.

El campo de la Biónica, concebida como una disciplina del diseño, donde su participación como un ente de integración de la visión de la naturaleza y la visión de la tecnología —entes tan diferentes en su estructura y en su objetivo último— se constituye como la interface de estos dos campos del conocimiento: por un lado, la Biología como fuente del conocimiento de los organismos vivos, y por otro la Tecnología como disciplina del conocimiento humano en productos satisfactorios de las necesidades humanas, la Biónica con una visión de eficiencia, racionalidad y adaptación, pero sobre todo con una actitud de respeto y aprovechamiento inteligente de los elementos.

En esa visión se reduce la participación de la Biónica en el proceso de transformación realizado a través de estos tres entes, tan diferentes, pero tan intrínsecos y convergentes en su función sustantiva. A partir de la visión de la Biónica se pueden plantear nuevos paradigmas, inspirados en la sabiduría que no hemos podido aprovechar cabalmente de la naturaleza, a pesar de que nuestra evolución se ha realizado de forma muy paralela con este ente. Se puede establecer en primera instancia paradigmas donde la sustentabilidad sea el motor principal para definirlos. La recuperación de entornos naturales, la política de cero desechos, la cohabitación con el entorno natural, la racionalidad en el uso y la explotación del capital natural, entre muchos más que busquen nuestra supervivencia como especie en la Tierra.

CONCLUSIÓN

No cabe duda, estamos ante una coyuntura excepcional; si no se reacciona, podrá convertir-

se en un proceso autodestructivo sin retorno o recuperación. Cuando se plantea la importancia de la aplicación de criterios sustentables, no es asunto de costos económicos, ni de ganancias inmediatas que no se pueden lograr: la aplicación de estrategias sustentables va más allá de la inmediatez de sistemas ya sin capacidad de respuesta ante los grandes problemas globales. Se trata de reflexionar sobre qué es lo que queremos, sobrevivir en nuestro único hogar, o buscar un nuevo planeta, el cual, si se encuentra, seguramente terminará destruyéndose como se está haciendo en estos momentos con la Tierra. El diseño puede constituirse en la estrategia inteligente ante esta disyuntiva. Immanuel Kant decía: “La ciencia es el conocimiento organizado, y la sabiduría es la organización de la vida” y en ello está puesta nuestra esperanza en el futuro que podemos construir.

BIBLIOGRAFÍA

- Aristóteles (2000), *Física*, Madrid, Gredos.
- Bartolo, Carmelo di (1981), *Strutture naturali e modelli bionici*, Milano, Istituto Europeo di Design.
- Bifani, Paolo (2007), *Medioambiente y desarrollo*, Guadalajara, Editorial Universitaria-Universidad de Guadalajara/CUCBA-Ayto. Zapopan.
- Bonsiepe, Gui (1978), *Teoría y práctica del diseño industrial. Elementos para una manualística crítica [Teoria e practica del disegno industriale. Elementi per una manualistica critica]*, col. Comunicación visual, Barcelona, Gustavo Gili.
- Carson, Rachel (2002), *Silent Spring*, Fortieth Anniversary Edition, New York, Mariner Book.
- Castoriadis, Cornelius (2002), *Figuras de lo pensable. Las encrucijadas del laberinto VI [Figures du pensable]*, México, Fondo de Cultura Económica.
- Collingwood, Robin G. (2006), *Idea de la naturaleza*, 2ª ed., Colección conmemorativa 70 aniversario, México, Fondo de Cultura Económica.
- Edwards, Brian (2004), *Guía básica de la sostenibilidad [Rough Guide to Sustainability]*, Barcelona, Gustavo Gili.
- Fuad-Luke, Alastair (2002), *Manual de diseño ecológico*, Palma de Mallorca, Cártago.

- Ehrlich, Paul R. (1968), *The Population Bomb*, Cutchoe, NY, Buccaneer Books.
- Gerardin, Lucien (1968), *Bionics*, London, World University Library.
- Gleich, Armin von; Pade, Christian; Petschow, Ulrich y Eugen Pissarskoi (2010), *Potentials and Trends in Biomimetics*, Berlin, Springer.
- Halacy Jr., Daniel S. (1965), *Bionics. The Science of "Living" machines*, New York, Holiday House Publishing.
- Hawken, Paul; Lovins, Amory y L. Hunter Lovins (1999), *Natural Capitalism. Creating the Next Industrial Revolution*, New York, Back Bay Books.
- Jiménez M., Miguel Ángel (2012), *La Biónica en el hábitat del futuro. Las cactáceas como sistema para la construcción de modelos utópicos*, tesis doctoral, Cuernavaca, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Le Corbusier (2001), *La ciudad del futuro [Urbanisme]*, Buenos Aires, Ediciones Infinito.
- Lederman, Leon M. y Christopher T. Hill (2006), *La simetría y la belleza del universo [Symmetry and the Beautiful Universe]*, col. Metatemas 94, Barcelona, Tusquets.
- Leff, Enrique (2009), *Racionalidad ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*, serie Ambiente y Democracia, México, Siglo XXI.
- Leonard, Annie (2010), *The Story of Stuff. The impact of Overconsumption on the Planet, Our Communities and Our Health and how We can make it Better*, New York-London-Toronto-Sidney, Free Press.
- Lømborg, Bjorn (2001) *The Skeptical Environmentalist. Measuring the Real State of the World*, Cambridge, Cambridge Press University.
- Manzini, Ezio et al., (1994), *Diseño, naturaleza y sociedad*, col. Temes de Disseny 10, Barcelona: Elisava Escola Superior de Disseny.
- McDonough, William y Michael Braungart (2002), *Cradle to Cradle. Remaking the Way we make Things*, New York, North Point Press.
- *The Upcycle. Beyond Sustainability-Designing for Abundance* (2013), New York, North Point Press.
- Maldonado, Tomás (1999), *Hacia una racionalidad ecológica*, Buenos Aires, Ediciones Infinito.
- Mau, Bruce (2004), *Massive Change*, London-New York, Phaidon.
- Meadows, Donella; Randers, Jorgen y Dennis Meadows (2004), *Limits to Growth. The 30-Year Update*, White River Junction, VT, Chelsea Green Publishing.
- Moles, Abraham (Dir.) (1975), *La comunicación y los mass media*, Bilbao, Ediciones Mensajero.
- Morin, Edgar (2008), *El año ide la era ecológica. La Tierra que depende del hombre que depende de la Tierra [L'an I de l'ere écologique]*, col. Contextos, Barcelona, Paidós Ibérica.
- Nachtigall, Werner (2002), *Bionik. Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler*, 2 Auflage, Berlin, Springer-Verlag
- (2008), *Bionik. Lernen der Natur*, München, Verlag C. H. Beck.
- Odum, Eugene P. y Gary W. Barret (2006), *Fundamentos de Ecología*, 5ª ed., México, Thomson.
- Oparin, Alexander (2009), *El origen de la vida*, México, Editores Mexicanos Unidos.
- Papanek, Victor (2009), *Design for the Real World. Human Ecology and Social Change*, 2ª Edition, Chicago, Academy Chicago Publishers.
- Peña, Antonio (2001), *Qué es el metabolismo*, col. La ciencia para todos 184, México, Fondo de Cultura Económica.
- Press, Mike y Rachel Cooper (2009), *El diseño como experiencia. El papel del diseño y los diseñadores en el siglo XXI*, Barcelona, Gustavo Gili.
- Rifkin, Jeremy (2009), *El siglo de la biotecnología. El comercio genético y el nacimiento de un mundo feliz [The Biotech Century. Harnessing the Gene and Remaking the World]*, col. Bolsillo Paidós, Barcelona, Paidós.
- Steffen, Alex (Ed.) (2011), *World Changing. A User's Guide for the 21st Century, Revised and Updated*, New York, Abrams.
- Thackara, John (2005), *In the Bubble. Designing in a Complex World*, Cambridge-London, The Mit Press.
- Tudela, Fernando (1982), *Ecodiseño*, Ciudad de México, UAM-Xochimilco.
- Vogel, Steven (2000), *Ancas y palancas. Mecánica natural y mecánica humana [Cats' Paws and Catapults. Mechanical Worlds of Nature and People]*, col. Metatemas 63, Barcelona, Tusquets.
- Wilson, Edward O. (2003), *The Future of Life*, New York, Vintage Books.