

ECODISEÑO

Ingeniería sostenible de la cuna a la cuna (C2C)

Francisco Aguayo González

María Estela Peralta Álvarez

Juan Ramón Lama Ruiz

Víctor M. Soltero Sánchez



Ecodiseño. Ingeniería sostenible de la cuna a la cuna (C2C)
Francisco Aguayo González; María Estela Peralta Álvarez;
Juan Ramón Lama Ruiz, y Víctor M. Soltero Sánchez

ISBN: 978-84-938312-6-4

EAN: 9788493831264

Copyright © 2011 RC Libros

© RC Libros es un sello y marca comercial registrados

Ecodiseño. Ingeniería sostenible de la cuna a la cuna (C2C)

Reservados todos los derechos.

Ninguna parte de este libro incluida la cubierta puede ser reproducida, su contenido está protegido por la Ley vigente que establece penas de prisión y/o multas a quienes intencionadamente reprodujeren o plagiaren, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución en cualquier tipo de soporte existente o de próxima invención, sin autorización previa y por escrito de los titulares de los derechos de la propiedad intelectual.

RC Libros, el Autor, y cualquier persona o empresa participante en la redacción, edición o producción de este libro, en ningún caso serán responsables de los resultados del uso de su contenido, ni de cualquier violación de patentes o derechos de terceras partes. El objetivo de la obra es proporcionar al lector conocimientos precisos y acreditados sobre el tema tratado pero su venta no supone ninguna forma de asistencia legal, administrativa ni de ningún otro tipo, si se precisase ayuda adicional o experta deberán buscarse los servicios de profesionales competentes. Productos y marcas citados en su contenido estén o no registrados, pertenecen a sus respectivos propietarios.

RC Libros

Calle Mar Mediterráneo, 2. N-6

28830 SAN FERNANDO DE HENARES, Madrid

Teléfono: +34 91 677 57 22

Fax: +34 91 677 57 22

Correo electrónico: info@rclibros.es

Internet: www.rclibros.es

Diseño de colección, cubierta y pre-impresión: Grupo RC

Impresión y encuadernación: Service Point

Depósito Legal: M-

Impreso en España

15 14 13 12 11 (1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12)

PRÓLOGO

Es probable que el lector haya pensado en algún momento que cualquier planteamiento de la actividad industrial y de servicio sostenible, como conjunto de soluciones productivas integradas en los usuarios, la sociedad, la cultura, el medio ambiente y rentables económicamente, implica una vuelta al pasado, con pérdida del nivel y calidad de vida de la que se disfruta en los países desarrollados.

Esta creencia no es cierta, pues si bien llevamos más de 150 años diseñando y produciendo bajo los principios de la economía de la escasez, basada en modelos de flujo lineal (extracción-producción, uso y vertedero o incineración), hay una alternativa que constituye la economía de la abundancia, en la que el desarrollo de productos se orienta a bucles cerrados de flujo de materiales, integrados en ecosistemas técnicos o naturales, donde los desechos de una actividad constituyen la materia prima de otra actividad productiva, formando la base de la economía del bienestar.

Un aspecto que merece una profunda reflexión es cómo el ser humano, que es, y forma parte de la naturaleza, ha actuado a lo largo del tiempo esforzándose en dominarla, creando ecosistemas técnicos que operan en contra de ella, más allá de sus límites de carga ambiental. Esta actitud ha supuesto que, como seres inteligentes, hayamos desaprovechado la capacidad de articular la creatividad e innovación en colaboración y a favor de la naturaleza.

En el interés de solucionar las necesidades individuales y colectivas, desacoplando el crecimiento económico de la pérdida de valor ambiental por la generación de impactos negativos, surgen enfoques como la ecoinnovación y el paradigma Cradle to Cradle (C2C). El primero se instrumentaliza a través de la eointeligencia o inteligencia ecológica, que posibilita desarrollar productos y servicios desde la perspectiva del ciclo de vida que sean útiles para los consumidores, generadores de valor ambiental y biodiversidad con huella ecológica positiva y regeneración de los ecosistemas naturales. El segundo es una manera diferente de concebir y gestionar los procesos de negocios, en la que los productos y servicios son diseñados y producidos desde una perspectiva ecosistémica, con flujos cíclicos de materiales (nutrientes biológicos o técnicos), cuyas rutas metabólicas son sostenidas mediante energías alternativas y creación de biodiversidad biológica y cultural.

El paradigma C2C permite pasar de un planteamiento de actuación sostenible, que se orienta a mantener lo que hacemos generando el daño tolerable en condiciones óptimas, a una actuación sustentadora en la que, bajo el despliegue de la creatividad, la alegría, el amor y crecimiento, y la participación activa y no el mantenimiento pasivo, posibilita la creación de impactos positivos en los ecosistemas.

Es especialmente interesante considerar en C2C el potencial de fractalizar su alcance en los distintos eslabones de la cadena del valor de los negocios y sus proyectos. Mediante el diseño Cradle to Cradle es posible la integración de la cadena de proveedores por fractalización aguas abajo con enfoque C2C; de esta forma se orienta toda la cadena del valor a trabajar a favor de la naturaleza mediante la ecoinnovación y la obtención de productos y procesos muy racionalizados que disminuyen su coste. La extensión aguas arriba de C2C nos conduce a modelos de negocio centrados en una economía de servicios, en la que el cliente consume servicios (no la propiedad del producto), y emerge la responsabilidad extendida del productor a todas las fases del ciclo de vida, garantizando su integración en los ecosistemas naturales y artificiales.

C2C constituye una plataforma para la nueva revolución industrial, permitiendo que la civilización se adapte al medio, creando un hábitat más agradable y productivo para todas las especies y una fuerza regeneradora de la naturaleza, constituyendo una Ingeniería Neohumanista.

En el presente libro se concreta el paradigma C2C para el caso de productos, si bien dicho paradigma es transversal y de un gran interés para sectores como la Arquitectura, la Construcción Industrial y Servicios, así como el Sector Turístico. C2C

constituye un paradigma más operacional que "La Economía Azul", desarrollada por Pauli, que parte de la sabiduría de los ecosistemas aplicada al mundo de la empresa. Ambos van más allá de la hoy popularizada "Economía Verde", que destina cantidades de dinero inviables a proteger el medio ambiente, y proponen una estrategia revolucionaria que consiste en entender los desechos como recursos y buscar soluciones inspiradas en los principios del diseño de la naturaleza.

El lector encontrará en el texto un conjunto de temas en los que se desarrolla un marco de conocimiento en construcción, el Diseño de la Cuna a la Cuna (Cradle to Cradle Design) que constituye la "Ingeniería de la Esperanza" que, desde la ecointeligencia, permite innovar, diseñar y desarrollar productos de alto valor añadido para los ecosistemas de acogida.

Con el propósito de que el lector pueda disfrutar del atractivo de las figuras del texto en color, así como de detalles de las mismas, podrá acceder a dichas figuras en la dirección web www.rclibros.es accediendo a la página individual del libro.

Los Autores

Prof. Francisco Aguayo González, Ingeniero y Dr. Ingeniero; María Estela Peralta Álvarez, Ingeniera; Prof. Juan Ramón Lama y Prof. Víctor Soltero Sánchez, Ingenieros.

Escuela Politécnica Superior de Sevilla

INTRODUCCIÓN

La actual necesidad de mejora de los productos sostenibles ha generado a lo largo de los años diferentes formas de llevar a cabo los procesos de diseño y desarrollo.

El diseño es un tema de gran importancia en el ámbito empresarial. Aun existiendo empresas que comercializan productos con un largo ciclo de vida, la mayoría de ellos necesitan de una revisión constante para poder seguir formando parte de la oferta del mercado.

Las decisiones sobre un nuevo producto o de su rediseño afectan a todo el ciclo de vida, a los consumidores y, sobre todo, al medio ambiente. Por lo tanto, es importante realizar un proceso de diseño y producción eficientes para que el producto y su sistema asociado, en su ciclo de vida, sean ecoefectivos. Para ello, es indispensable proceder con una metodología ordenada, que ayude a obtener un producto que satisfaga tanto las necesidades del usuario como las exigencias actuales del problema ambiental, incardinadas en el objetivo de cero emisiones (Braungart, 2007). Es necesario en el proceso de diseño y desarrollo, que las etapas interactúen entre sí, no dando prioridad al diseño físico sino al establecimiento de un consenso de decisiones también para su distribución, su uso, su retirada y su fin de vida útil. La estrategia es compleja, pero el resultado contribuirá a un beneficio global.

Lo anteriormente expuesto justifica el desarrollo de trabajos de investigación orientados al establecimiento de un modelo de diseño y desarrollo bioinspirado, para la obtención de productos ecocompatibles y, por tanto, sostenibles ambientalmente.

El modelo propuesto se incardina dentro de los ámbitos de investigación y actuación profesional de ecoinnovación, ecodiseño, ecoindustria y ecología industrial, bajo el enfoque de cradle to cradle (C2C).

Este libro estudia la metodología de diseño y desarrollo ecoefectivo bioinspirado, para aplicar un correcto procedimiento a través de este modelo de referencia, que guiará durante todo el proceso de diseño y desarrollo de un producto, teniendo en cuenta su ciclo de vida. Está basado en las estrategias de mejora que aporta el ecodiseño, asentado en las normas actuales sobre gestión ambiental y se apoya en el análisis del ciclo de vida de los productos, con el propósito de obtener el etiquetado ecológico y las declaraciones ambientales correspondientes, bajo el paradigma C2C.

Los rasgos característicos del modelo los podemos sintetizar en:

- Soluciones de diseño conducidas por la ecoefectividad frente a la ecoeficiencia bajo el principio de prudencia.
- Diseño inspirado en la naturaleza.
- Diseño para un metabolismo cíclico con rutas metabólicas mantenidas con energías alternativas.
- Evaluación del diseño en atención a la ecoefectividad en el sistema asociado a su ciclo de vida.

C2C. En la literatura podemos encontrar como uso más extendido del término el referido a la estrategia de negocio “Consumer to Consumer”. Pero si nos centramos en los textos que se encuentran en torno a la ingeniería sostenible, se utiliza como abreviatura de la expresión “Cradle to Cradle”, que fue acuñada por Walter R. Stahel en la década de 1970, y desarrollada por Braungart, William McDonough en su libro “De la cuna a la cuna: Rehaciendo la forma en que hacemos las cosas” en el año 2002. Además se emplea en el término protegido “Certificación C2C”, que pertenece a la empresa de consultoría McDonough Braungart Design Chemistry (MBDC), el cual constituye un sistema propio de certificación.

En el presente libro se ha empleado la abreviatura C2C de forma genérica para referirnos tanto al paradigma “Cradle to Cradle” que desarrollan McDonough Braungart en su libro, como al sistema de “Certificación C2C” de la empresa McDonough Braungart Design Chemistry (MBDC).

1. PARADIGMAS Y SISTEMAS DE INNOVACIÓN PARA LA SOSTENIBILIDAD

SOSTENIBILIDAD

El desarrollo sostenible surge como un nuevo paradigma propuesto para suplantar el viejo modelo desarrollista basado en parámetros meramente económicos que no considera la sostenibilidad de los procesos económicos, ambientales y sociales y que, por tanto, ha conducido a un crecimiento asimétrico injusto y destructor de la base natural indispensable para el bienestar humano a largo plazo (Flores-Bedregal, 2003).

Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras (Brundtland Commission, 1987): esto es sostenibilidad. El principal objetivo implica la equidad intra e intergeneracional, entre géneros y respetando la diversidad, dentro de un proceso de desarrollo enmarcado en los principios del desarrollo sostenible. La sostenibilidad constituye un marco paradigmático organizador de la sociedad porque implica que los procesos económico-productivos que dependen de los recursos naturales, puedan mantenerse en el tiempo sin colapsar o experimentar un rápido deterioro. Consiste en una visión de futuro que exige prevenir las consecuencias de las decisiones del presente. Implica pensar en los impactos de los procesos productivos y de los estilos de vida adoptados

o a adoptar, a medio y largo plazo. Busca el bienestar humano y mejorar la calidad de vida de la gente, sin destruir la base biofísica y los sistemas vitales de los que dependen las sociedades (Flores-Bedregal, 2003).

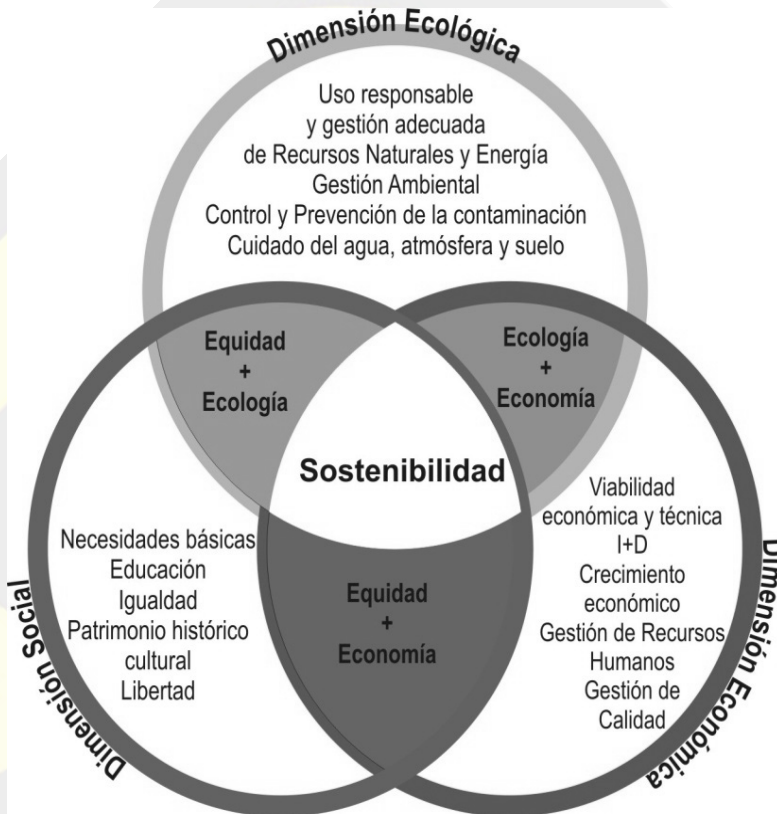


Fig. 1-1 Dimensiones de la sostenibilidad

El concepto de sostenibilidad se ha extendido rápidamente y alcanzado todas las escalas sociales, llegando a situarse como la base de la actividad gubernamental, industrial, empresarial, económica o social. La sostenibilidad se articula sobre tres vectores que definen y desarrollan la estrategia sostenible 3E: Economía, Equidad y Ecología. A lo largo de las últimas décadas estas dimensiones han ido ocupando diferentes posiciones, orientándose hasta alcanzar su interacción integral por igual en las actividades industriales consideradas como sostenibles. Gracias a la innovación y a los constantes propósitos de cambio hacia el desarrollo sostenible, se han articulado diferentes marcos de trabajo (denominados paradigmas), vertebrados sobre una agrupación de principios, técnicas y herramientas entre los que cabe destacar el Capitalismo Natural, el Paso Natural, Cradle to Cradle (C2C), Permacultura

o Ecología Industrial. En todos ellos se articula una nueva distribución de los tres vectores de la sostenibilidad 3E, con su disposición en los vértices de un triángulo de triángulos donde la sostenibilidad se aborda por igual desde cualquier punto.

En la figura 1-1 se muestran las tres dimensiones que componen un desarrollo sostenible completo. Dentro de la dimensión ambiental o ecológica, los escenarios sostenibles (tanto los contruidos por el ser humano como los pertenecientes al sistema natural) deben estar en equilibrio, utilizando los recursos sin interferencia negativa. Uno de los principios más importantes en esta dimensión es la reducción de los flujos de recursos (o la desmaterialización). Los ámbitos de estudio para la sostenibilidad ambiental son el análisis de ciclo de vida, el ecodiseño, la ecología industrial, cradle to cradle, normas técnicas como, por ejemplo, las de la serie ISO 14000 o la norma voluntaria EMAS, el ecoetiquetado, la ecoeficiencia, el factor 4 o la productividad radical de recursos entre otras.

La dimensión social pone de manifiesto la igualdad, la seguridad, la libertad y la justicia. El principal objetivo es la distribución justa de los recursos, el derecho a las necesidades básicas y un espacio social saludable, un ambiente donde se respeten los derechos fundamentales y la diversidad cultural, con igualdad de oportunidades y sin ninguna forma de discriminación (este último es un grave problema en la actualidad, ya que el 20% de la población mundial utiliza el 80% de los recursos naturales, y un 80% de la población, utiliza tan solo el 20 % restante). Para mejorar el sistema deben promoverse los principios y objetivos de la democracia y el respeto a los derechos humanos. Los ámbitos de actuación se basan en la mejora social llevando a cabo acciones como son la erradicación del trabajo Infantil, las relaciones industriales saludables entre empleado y empresa, el fomento de la salud y seguridad en el trabajo, la participación de comunidades en actividades sociales, el respeto a los derechos humanos, la diversidad cultural o lingüística, promover las buenas relaciones y respetar los derechos territoriales indígenas y el uso de sus recursos, el emprendimiento social o el liderazgo ético.

La dimensión económica (donde entra además el poder y la acción legislativa) se refiere al crecimiento económico de calidad, viabilidad de acciones y valoración adecuada de los recursos naturales (Aranda, 1992). El modelo económico planteado con la sostenibilidad tiene como base lo local, dentro de una red global estructurada para conseguir una producción equitativa y distribuida en las regiones, donde se llevarán a cabo las actividades a pequeña escala, interrelacionadas entre sí y beneficiándose mutuamente gracias a la analogía con los ecosistemas naturales (escenarios sinérgicos u holísticos o ecosistemas industriales). Son ámbitos de estudio, mejora e implementación: la contabilidad de costes totales, la liberación de

impuestos a la tierra, la economía de la cadena de suministros, la Inversión Socialmente Responsable (ISR), la tutela de producto (circuito cerrado) o el biorregionalismo.

La sostenibilidad se introduce en un dominio triangular donde ninguno de los tres conceptos (economía, ecología, equidad) es trivial, siendo considerados con igual magnitud, valor o interés, constituyendo la metodología sostenible de la economía del bienestar. La interrelación de las tres dimensiones proporcionará un desarrollo social, ecológico y productivo dentro de los límites naturales establecidos, siempre dentro del respeto y de los niveles saludables del planeta imitando su distribución y gestión equitativa de los recursos. Gracias a esta solución, se responde a las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las de las generaciones futuras (Brundtland Commission, 1987), teniendo en cuenta la rendición de cuentas y su transparencia, la gestión de los riesgos y el control y prevención de la contaminación, respetando los derechos de comercio a través de una distribución equitativa de la riqueza, con el activismo de accionistas y sin sobrepasar los límites del crecimiento.

Para que este cambio en lo ambiental, económico y socio-cultural se realice adecuadamente y las soluciones resulten de calidad, se deben promover innovaciones técnicas que ayuden a solventar los problemas que hasta la actualidad, han provocado la degradación del planeta. Es aquí donde la “Eco-innovación” tiene un papel importante. La investigación de nuevas formas sostenibles, marcos de trabajo, metodologías y estrategias es la base para construir un escenario sostenible completo. La planificación, creación, construcción, gestión, mantenimiento y realimentación de estos proyectos ha de llevarse a cabo equilibradamente con el medio ambiente. Es necesario a partir del diseño sostenible, plantear una estrategia que abarque factores tecnológicos, económicos, culturales, sociales, técnico-productivos, estéticos y medioambientales. La consideración de este conjunto de aspectos consigue que las empresas y organizaciones industriales obtengan una serie de beneficios como consecuencia de la introducción de un factor innovador en su política empresarial, además de actuar respetando y regenerando el capital natural perdido en los últimos años (Vezzoli y Manzini, 2010).

La ecoinnovación tiene muchos ámbitos de estudio (Jones, 2001). Uno de ellos es el diseño y el desarrollo de productos, sistemas industriales y servicios. El diseño para el medio ambiente es una práctica sostenible, que enmarca sus objetivos dentro de la educación y la investigación, aportando nuevas formas de ver la sostenibilidad, desarrollando soluciones de calidad y haciendo posible la satisfacción de las necesidades. Centra sus actuaciones no solo en el diseño físico del producto, sino en

el estudio de todo su ciclo de vida, en la eco-eficiencia según su servicio o función aportada, en el estudio de flujos de materiales de bajo impacto ambiental (no tóxicos, naturales, biodegradables, reciclables y reutilizables) y en el uso de energías renovables. Además, incluye la rama de viabilidad económica y la de concepción social (es decir, el objetivo de solventar la desigualdad y la integración social quedan integrados en el proceso de diseño y desarrollo y no posteriormente cuando la solución está implantada). Un proceso de diseño innovador debe seguir las tres dimensiones sostenibles, basándose en la correcta valoración de los recursos, los bienes y los servicios. Es indispensable proceder con una metodología ordenada, que ayude a la concepción de productos que satisfagan tanto las necesidades del usuario como las exigencias del problema ambiental, diseñando bajo paradigmas que permitan crear valor ambiental. La estrategia que ha de seguir un proceso de diseño para el medio ambiente debe desarrollarse a través de la exploración del yacimiento del valor y la innovación de las 3E, apoyándose en las herramientas básicas de la ecoinnovación.

Estrategia de innovación fractal: yacimiento del valor

La sostenibilidad como algo subjetivo es un concepto esencialmente dinámico y multidimensional, y parte necesariamente de un sistema de valores. Se redefine continuamente en el proceso de desarrollo y por su especificidad debe determinarse a escala local y regional. Su carácter multidimensional implica la satisfacción de varios objetivos muchos de los cuales pueden ser total o parcialmente contrapuestos: para conciliarlos se deben definir prioridades. La concepción precedente hace que el desarrollo sostenible sea concebido como proceso de negociación permanente entre objetivos múltiples y conflictivos (EULACIAS, 2009).

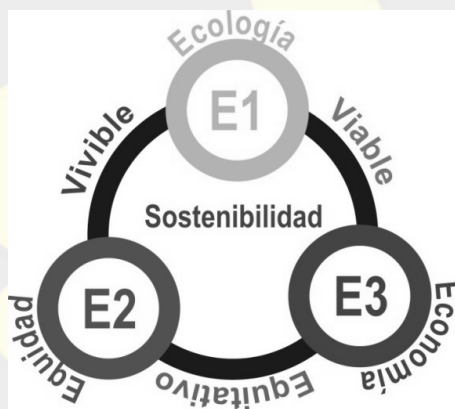


Fig. 1-2 Fractalización sostenible

Los tres pilares fundamentales en los que se basa la sostenibilidad están caracterizados por tres perspectivas: la económica o enfoque de negocio asociado a la rentabilidad; la visión de la equidad, con atención a los segmentos de mercado de grupos desfavorecidos y a la creación de riqueza social; y la vertiente ecológica de respeto, cuidado y compatibilidad de las actividades con el medio ambiente. Si los tres conceptos se articulan simultáneamente agrupados en un triángulo fractal, interactuarán dinámicamente en el proceso de búsqueda de soluciones, obteniendo para ellas una triple cuenta de resultados ecoinnovadores. Juntos definen la estrategia 3E (economía, equidad y ecología) convirtiéndose en las tres dimensiones fundamentales de la sostenibilidad.

La aplicación de esta nueva estrategia de ecoinnovación en las actividades de diseño hace posible la aportación de los medios necesarios para entender y medir el progreso sostenible, creando valor constante y potenciando la calidad de las soluciones (Jones, 2001). Fomenta el comercio seguro y ayuda a diseñar y gestionar las etapas, los procesos, los materiales y las sustancias desde el punto de vista de la salud humana y del planeta. Con el dinamismo operacional del triángulo fractal en el proceso de búsqueda de soluciones, se maximizan los valores de todas las áreas implicadas en el diseño y desarrollo de productos, a través de un ecodiseño inteligente con la satisfacción de todos los agentes involucrados en el proyecto. De esta manera se alcanza una triple cuenta de resultados derivados de la ecoinnovación y la sinergia de las tres dimensiones sostenibles. Si esta visión es alcanzada en su totalidad en los proyectos industriales, quedará cumplido el objetivo actual de la economía del bienestar, donde la calidad de vida y el crecimiento económico se desacoplan del impacto ambiental que se está produciendo sobre el medio ambiente.

ECOINNOVACIÓN

El desarrollo sostenible está creciendo en todos los sectores y ámbitos relacionados con la sociedad. El éxito de sus planteamientos ha sido posible gracias a la ecoinnovación. A la hora de plantear y gestionar las actividades sostenibles es necesario integrar determinados parámetros como pueden ser los relacionados con el diseño y desarrollo de productos, las normativas o límites gubernamentales, las nuevas técnicas sostenibles o los recientes patrones de producción limpia y consumo responsable, considerando paralelamente las necesidades del usuario y la viabilidad técnica y económica de las soluciones. Para abordar estos objetivos, se deben tener en cuenta las tres dimensiones de la sostenibilidad: ecología, economía y equidad, las cuales deben trabajar unidas para conseguir los resultados más eficientes con los

cuales se lleve a cabo un mejor uso de los recursos y la reducción de los impactos sobre el medio ambiente (Jones, 2001).

Para lograr incorporar todos los factores necesarios que hacen posible los proyectos sostenibles, es necesario entender inicialmente qué es y cómo integrar la ecoinnovación en los proyectos. Son innumerables las iniciativas (estrategias, metodologías y técnicas) con las que se lleva a la práctica el desarrollo sostenible a través de la ecoinnovación. Cada una de ellas constituye lo que sus autores denominan “paradigmas”. Gracias a la ecoinnovación en cada uno de ellos se integran esas tres dimensiones de la sostenibilidad, introduciendo los proyectos en un marco de trabajo consecuente con el medio ambiente, gestionando correctamente los recursos y consiguiendo soluciones de calidad en aspectos económicos, sociales y medioambientales.

Son diversas las definiciones de ecoinnovación encontradas dentro de los actuales estudios del despliegue de la sostenibilidad. Apoyada en los nuevos entornos de investigación y desarrollo, la definición que aporta la Comisión Europea en 2007 es la que mejor describe este concepto:

“Ecoinnovación es cualquier forma de innovación que persiga un avance significativo y demostrable hacia la meta del desarrollo sostenible, a través de la reducción de los impactos sobre el medio ambiente y logrando un uso más eficiente y responsable de los recursos naturales (incluida la energía)”.



Fig. 1-3 Factores sostenibles de control

La ecoinnovación no es más que la innovación trasladada a los términos ecológicos, donde además de su actuación convencional de las últimas décadas, incluye la reducción del impacto medioambiental optimizando el uso de los recursos naturales y la energía (dimensión ecológica), mejorando el bienestar humano (dimensión social) y posibilitando la ejecución económica de los proyectos con nuevas tecnologías y técnicas sostenibles (dimensión económica).

Este nuevo enfoque de la innovación nace con el conocimiento y concienciación de la sociedad, gobiernos, mercado e industria sobre el problema ambiental provocado en los últimos años a causa de las graves actividades llevadas a cabo a partir de la Revolución Industrial. Con el aumento de los problemas ambientales y con la escasez de recursos generada a causa del aumento de la demanda de productos y servicios, la cual era cubierta gracias a la elevada producción energética y la fabricación masiva, algunos sectores comenzaron a plantearse reducir su impacto, fomentando el aprovechamiento de los recursos con programas de gestión de agua o clasificación, reutilización y reciclado de materiales, optimización de los sistemas de transporte y programación de procesos de fabricación limpia. Recogido actualmente en algunas normativas y directivas como es la IPPC (Prevención y control integrados de la contaminación), la ecoinnovación amplía la visión de la sostenibilidad y persigue la aplicación del desarrollo sostenible en cualquier ámbito social, económico o industrial.

Nuevos paradigmas para la innovación sostenible

El cambio hacia un sistema global sostenible implica una amplia transformación de las actividades y un desarrollo específico desde la perspectiva de la ecoefectividad, en todo el ciclo de vida de cualquier sistema (sean productos, servicios o procesos de actividades en proyectos). Para alcanzar este objetivo se han desarrollado nuevos paradigmas o marcos de trabajo que incluyen muchas de las técnicas y herramientas necesarios que hacen posible el progreso hacia los ambientes sostenibles.

Es interesante detenerse en el estudio de aquellos que permiten integrar de forma sinérgica las tres dimensiones de la sostenibilidad (3E) y que habiendo sido articuladas sobre un conjunto de principios, técnicas y herramientas, permitan a los agentes involucrados en los procesos de diseño y desarrollo llevar a cabo una gestión clara y ordenada de la planificación y diseño sostenible. Entre otros pueden encontrarse TNS (Natural Step o el paso natural), The Natural Capitalism (Capitalismo Natural), Permacultura, Ecología Industrial, C2C (Cradle to Cradle o de la cuna a la cuna), Sostenibilidad Sistémica.

TNS – NATURAL STEP

El denominado Paso Natural es un modelo para la educación, el asesoramiento y la investigación dentro de los ámbitos de desarrollo sostenible, desarrollado por Karl-Henrik Robèr. En la actualidad es aplicado por una organización sueca sin ánimo de lucro, compuesta por científicos, expertos ambientales y empresas comprometidas con la ecoinnovación y la sostenibilidad.

La iniciativa surge con el nacimiento de las preocupaciones ambientales y con el paso de los años se ha implantado en un elevado número de países. Actualmente aporta un conjunto de herramientas y métodos para el análisis ambiental y para el diseño y desarrollo de productos y sistemas con los cuales “paso a paso” la sociedad construirá un futuro mejor (Upham, 2000; SVID, 2011; Ecosteps, 2011).

TNS ayuda a diferentes sectores en la toma de decisiones dentro de los proyectos sostenibles. Sus objetivos se centran en adaptar la producción industrial a los ciclos naturales, llevados a la práctica a través de una serie de principios basados en las tres dimensiones de la sostenibilidad que serán incorporadas a las estrategias de negocio para conseguir una sociedad responsable, donde la utilización de los recursos sea eficaz y acorde con las necesidades humanas, y la gestión y la producción de materiales y sustancias no deterioren la “ecosfera” (es decir, no exista degradación del medio ambiente por la contaminación del suelo, agua o aire a causa de concentraciones de sustancias extraídas o producidas para satisfacer las necesidades de la sociedad).

La situación actual y su recuperación es ilustrada por los autores de este nuevo paradigma según la figura 1-4; desde la Revolución Industrial hasta nuestros días (parte izquierda de la figura), los recursos necesarios para satisfacer la demanda industrial (materiales y energía) han sido derrochados, situación que ha generado la disminución de la riqueza natural por el impacto generado (representado en la reducción de la sección central de la figura, a causa del agresivo y excesivo gasto de recursos de la sociedad actual y descuidado aprovechamiento por parte de la industria).

Para resolver el problema, el paradigma TNS propone una transformación de la sociedad en sostenible a través de la ecoinnovación, proceso que generará un aumento de la riqueza natural (parte derecha de la figura 1-4).

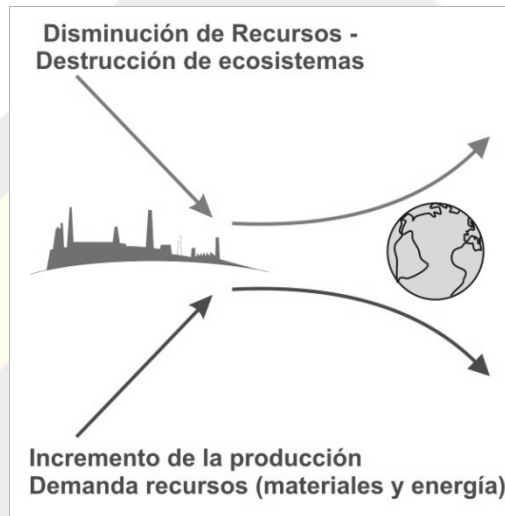


Fig. 1-4 Recuperación sostenible según el paradigma TNS

Según la ética del paso natural, el desarrollo sostenible consiste en encontrar la manera óptima de satisfacer las necesidades básicas humanas (sustento, seguridad, amor, sabiduría, igualdad, libertad, amor, etc.) sin perjudicar o destruir el equilibrio medioambiental, social y económico. Para ello, las actividades humanas con las cuales se satisfagan las necesidades demandadas por la sociedad, no deben utilizar los recursos naturales (concentraciones de sustancias extraídas de la naturaleza) sin respetar el medio ambiente o destruyendo los ecosistemas. La industria debe prescindir de todas aquellas sustancias perjudiciales; es decir, no debe generar sustancias que, dañando el medio ambiente, tengan el poder de acumularse durante años en el planeta causando un impacto negativo. Además, estas actividades no deben explotar los ecosistemas, disminuyendo sus funciones o su riqueza natural. Deben potenciar la biodiversidad y aumentar el potencial de la naturaleza para regenerarse y renovarse a sí misma, convirtiendo las salidas de material (desechos de algunos procesos) en entradas (alimentos para otros), usando los recursos de forma eficiente, respetando los flujos y crecimientos naturales y no forzando la producción y la destrucción.

La figura 1-5 muestra las condiciones del sistema insostenible actual. En la parte central se encuentra la sociedad dentro de una barrera que no permite desarrollar correctamente la capacidad de las personas para satisfacer sus necesidades básicas (con acciones como, por ejemplo, el abuso del poder político y económico) y que debe ser destruida gracias a la dimensión sostenible de la equidad.

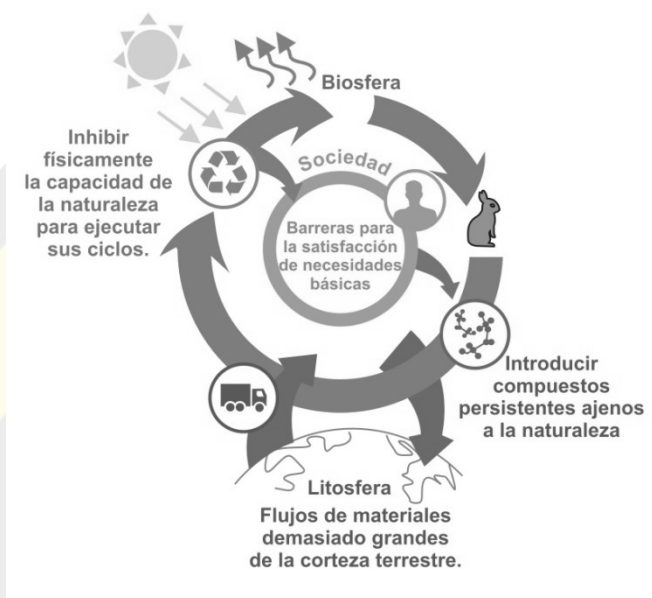


Fig. 1-5 Situación insostenible actual (adaptado de SVID, 2010)

Rodeando el sistema social se encuentra la actuación de la industria que está provocando la degradación de los medios físicos, es decir, el agotamiento de los ciclos naturales de la Tierra y su diversidad biológica (por ejemplo, con los procesos de deforestación, erosión o contaminación acuática). Unidos a los impactos anteriores se sitúa la sobreexplotación de la corteza terrestre, donde las sustancias extraídas de la litosfera (por ejemplo, los recursos no renovables como el petróleo) hacen que la cantidad de sustancias extraídas sea demasiado elevada para el poder de regeneración del planeta. Por último, en azul se sitúan las concentraciones de las sustancias xenobióticas, sintetizadas por la industria, las cuales no pertenecen de forma natural a la naturaleza y que estarán demasiados años contaminando el ecosistema natural donde sean depositadas.

La transformación de este escenario se puede llevar a cabo con la metodología general planteada por el TNS. Se basa en la veracidad de los siguientes cuatro principios y en el cumplimiento de sus condiciones derivadas:

1. De acuerdo con la primera ley de la termodinámica y el principio de conservación, la materia y la energía ni se crean ni se destruyen. De ellas se deriva la primera condición que indica que todas las sustancias de la corteza terrestre no deben aumentar de manera sistemática en la naturaleza, por lo

que los combustibles fósiles, metales y otros minerales no deben ser extraídos a un ritmo más rápido que su regeneración o reposición. Por lo tanto, la primera acción necesaria es la reducción de la dependencia industrial a los combustibles fósiles y a la minería.

2. De acuerdo con la segunda ley de la termodinámica, la materia y la energía tienden a dispersarse, lo que significa que la materia introducida en el sistema será devuelta de nuevo a los sistemas naturales. La segunda condición dicta que las sustancias producidas por la sociedad no deben aumentar de manera sistemática en la naturaleza. No deben ser producidas a un ritmo más rápido que el de su descomposición, posibilitando su integración en los ciclos naturales. Por esta razón se debe reducir la dependencia a las sustancias xenobióticas (sintetizadas por el ser humano, como, por ejemplo, los plásticos) y gestionar únicamente flujos de materiales y sustancias naturales.
3. La calidad de la materia se caracteriza por su concentración y su estructura (los seres vivos no consumen la materia, solo su energía, su pureza y su estructura). La tercera condición afirma que la base física (aire, suelo, agua, luz solar, los organismos), la productividad (crecimiento y reproducción) y la diversidad natural (biodiversidad) no deben degradarse. Para ello, se debe reducir la dependencia del consumo a los recursos naturales minimizando las actividades (disminuyendo el gasto de agua, de energía o de recursos).
4. El incremento neto de la calidad de la materia es producido por la energía del sol. La cuarta condición favorece un uso justo y eficiente de los recursos para satisfacer las necesidades (hacer más con menos).

Este paradigma propone que el desarrollo de la actividad industrial y prestación de servicios bajo estos principios determina un modelo de sociedad sostenible.

EL CAPITALISMO NATURAL

El concepto de capital natural hace referencia a los recursos naturales y a los servicios que los ecosistemas ofrecen y que hacen posibles todas las actividades de la industria y prestación de servicios actuales (Hawken, 2008). El valor económico de estos activos no se ha tenido en cuenta desde la Revolución Industrial, elevándose exponencialmente con su escasez al incrementarse su demanda y aumentar su uso. Como resultado, este capital natural se ha degradado, destruido o extinguido, por el uso agresivo hacia los recursos que lo componen (agua, materiales, energía, suelo, etcétera).

El capitalismo natural es una propuesta de desarrollo sostenible elaborada por Paul Hawken y Amory Lovins y apoyada por el Rocky Mountain Institute (RMI) de Estados Unidos.

Lo que plantean estos autores es transformar la actual economía de consumo excesivo descontrolada, en una economía del bienestar, garantizando las necesidades de las generaciones futuras (Brundtland Commission, 1987) y conservando a su vez los recursos naturales. Para responder a este objetivo, plantean cuatro principios fundamentales basados en las tres dimensiones de la sostenibilidad (economía, ecología y equidad).



Fig. 1-6 Las cuatro acciones del Capitalismo Natural

- Aumentar de forma radical la producción de recursos: incrementar la productividad natural de los recursos gestionándolos adecuadamente y minimizando los residuos y la contaminación del suelo, agua y aire, gracias a las nuevas técnicas sostenibles y al diseño respetuoso con el medio ambiente.
- Cambio hacia un modelo biológico inspirado en la naturaleza y eliminación del concepto de residuos: diseñar y concebir modelos de producción bio-inspirados (es decir, inspirados en la naturaleza). Un sistema sostenible global se consigue eliminando el concepto de desecho, convirtiendo las salidas de las actividades humanas en entradas para otras y creando flujos de recursos dentro de sistemas de producción de ciclo cerrado (semejantes a los llevados a cabo en la naturaleza).

- Nuevo modelo de negocio y transformación de la economía: crear un modelo socioeconómico de mercado basado en las soluciones sostenibles y no en los propios productos sino en la venta de servicios. Implica cambiar la forma de valoración económica (el valor no reside en la venta de bienes, sino en un flujo continuo de servicios; por ejemplo, lo importante es el suministro de energía (luz) y no la venta de bombillas).
- Reinvertir en el capital natural (restaurar, mantener y ampliar): reconstruir los ecosistemas del planeta para que vuelvan a caracterizarse por sus servicios iniciales de calidad y recuperen los recursos biológicos destruidos por las actividades humanas.

C2C: DE LA CUNA A LA CUNA

Con el desarrollo de la ecoinnovación y su aplicación en investigaciones sobre sostenibilidad, la prevención de cualquier tipo de contaminación generada por las actividades humanas se instauró como la solución correcta, desbancando al proceso de eliminación de los propios contaminantes, además de conseguir reducir y minimizar el uso de materiales y recursos. Con esta idea de prevención nace Cradle to Cradle (de la cuna a la cuna), nuevo paradigma sostenible encargado de introducir sinérgicamente las tres dimensiones de la sostenibilidad cerrando el ciclo de vida de los productos y sistemas (uniendo la extracción y transformación de la materia prima con el fin de vida).

Como se puede observar en la figura 1-7, el objetivo principal que plantea C2C es crear un flujo cerrado en materia basado en los ciclos naturales y creando valor apoyándose en la ecoefectividad.

El paradigma C2C se inicia con la publicación en 2002, por los autores Michael Braungart y William McDonough, del libro *Cradle to Cradle: rediseñando la forma en que hacemos las cosas*. De carácter bio-inspirado, este modelo de ecoefectividad comparte tres características comunes con todos los sistemas naturales:

1. Residuo igual a alimento (retroalimentación sistémica). Las salidas consideradas desecho y basura para unos, son entradas de recursos y alimentos para otros. De este modo se pone de manifiesto cómo las actividades, procesos y etapas del ciclo de vida de cada organismo involucrado en el sistema participan en la salud del conjunto. Con esta perspectiva, se mantiene y mejora la calidad de los recursos y se aumenta la productividad a través de los metabolismos cíclicos (Haberl, 2001).

2. Uso de energías renovables. Los entes naturales utilizan la luz del sol como fuente de energía para generar sus propios recursos; este sistema debe servir de “inspiración” para el modelo energético que la industria debe diseñar.
3. Respetar y fomentar la diversidad: la diversidad natural favorece la resiliencia y robustez de cada ente y de su sistema asociado, garantizando la seguridad en un mundo cambiante y generando valor en cada etapa. Por ello, los productos, servicios y sistemas deben diseñarse basados en los entes naturales, sin impactos sobre el medio ambiente, celebrando y potenciando la diversidad natural, técnica, social y cultural.

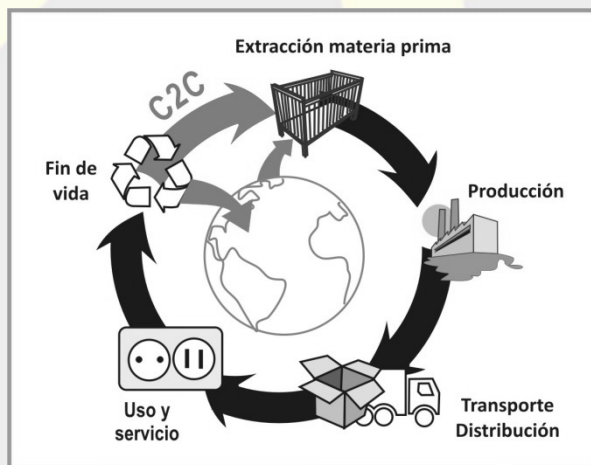


Fig. 1-7 Ciclo de vida planteado por el paradigma C2C

De la cuna a la cuna se plantea desde la estrategia fractal 3E cerrando los flujos de materiales en el ciclo de vida de los productos y servicios (Geldermans, 2009). Desde todas las etapas plantea actividades para ligar el fin de vida con la extracción de materia prima; gracias al cierre completo de ciclos materiales y al aprovechamiento de los flujos de energía procedentes de recursos renovables, crea valor basándose en la ecoefectividad y despliega la sostenibilidad en los proyectos con una perspectiva holística de su ciclo de vida. Las soluciones se adaptan al objetivo de la economía del bienestar, con la minimización de impactos y resolviendo los problemas ambientales, integrados armónicamente con los flujos de materia, sustancia y energía del ecosistema natural (naturesfera) y del ecosistema técnico (tecnosfera) respetando la biodiversidad (Bollinger, 2010; Blanco, 2006). Centra sus acciones bajo las condiciones características de los sistemas naturales, articuladas en los nueve enunciados siguientes:

P1. Reenfoque proactivo. Actuación desde la raíz del problema y antes de generar los impactos.

P2. Concepción sistémica e integrada del metabolismo del producto (Haberl, 2001). La perspectiva holística del ciclo de vida acopla las rutas metabólicas en ciclos cerrados, transformando los desechos de unos en recursos para otros (desecho = alimento).

P3. Fractalización de la sostenibilidad. La estrategia 3E aporta soluciones sostenibles compatibles con el medio ambiente, adaptadas a la sociedad y viables técnica y económicamente, integrado todo el potencial de innovación y valor de forma sinérgica.

P4. Ecoinnovación bioinspirada (biomimesis). Transformar las soluciones de la naturaleza en innovaciones eficaces, bioinspiradas para la fabricación de productos y sistemas industriales.

P5. El producto como ser vivo y su sistema asociado como ecosistema. Concebir productos como la metáfora de un ser vivo, en el que los flujos asociados a los procesos metabólicos constituyan nutrientes técnicos y biológicos incluidos en ciclos cerrados sin pérdidas valor y sin daños al medio ambiente.

P6. Ecointeligencia. Concebir productos o sistemas para que en todo su ciclo de vida sean ecocompatibles y metabolizables, beneficiosos para el medio ambiente y los agentes involucrados.

P7. Respetar y fomentar la diversidad. La fabricación, uso y eliminación de productos no debe afectar negativamente al medio ambiente; sus actividades deben potenciar la diversidad natural y técnica, ayudando a crear valor sobre la tecnosfera y la naturaleza.

P8. Ecoefectividad frente a ecoeficiencia. Actuar “correctamente”, maximizando los efectos positivos frente a hacer las cosas “bien”, minimizando los efectos negativos que constituye el enfoque de la ecoeficiencia.

P9. Utilización de energías renovables. Eliminar la explotación de los recursos abióticos que proporcionan combustibles fósiles, devastando regiones, ecosistemas y especies, incentivando el uso de energía renovable.

De estos nueve principios, es necesario conseguir una correcta combinación entre la ecointeligencia, la biomimesis (Benyus, 2002), los metabolismos cíclicos (Haberl,

2001) y el uso de energías renovables en las soluciones de diseño y desarrollo de productos. Con la inteligencia ecológica se podrán diseñar soluciones, que basadas en la capacidad de acogida positiva de los ecosistemas asociados y abordadas con una óptima gestión y planificación, permitan que su fabricación se lleve a cabo a través de procesos y actividades cuyas interacciones con el medio ambiente y con los agentes implicados sean ecocompatibles. Esto se consigue si las decisiones se toman según la metáfora “producto - ser vivo”, creando semejanza entre los flujos industriales y los naturales, con los sistemas cerrados de flujos materiales. En el apéndice C, *Principios teóricos, técnicas y herramientas para el despliegue de C2C*, se explicarán detalladamente estos nueve principios.

PERMACULTURA

La permacultura, o cultura permanente, es un nuevo paradigma concebido para integrar la vivienda y el paisaje con el objetivo de conseguir minimizar el uso de recursos, produciendo menos residuos y conservando la naturaleza y todos los elementos que la componen. Modelo desarrollado en Australia por Bill Mollison y Dave Holmgren, permite diseñar asentamientos humanos sostenibles o hábitats saludables, tomando los sistemas naturales como modelo. A partir de los procesos que lleva a cabo la naturaleza para crear sus ecosistemas, la permacultura ofrece las condiciones necesarias para crear entornos en los cuales satisfacer las necesidades humanas básicas es un proceso limpio y eficiente, permitiendo la construcción de las infraestructuras eointeligentes y con un desarrollo económico adecuado. El término fue escogido para englobar un conjunto de éticas y principios de diseño que permiten proyectar, crear, establecer, cuidar y organizar aquellos hábitats que aseguren la satisfacción de las necesidades de las generaciones futuras (Brundtland Commission, 1987).

La permacultura se asienta sobre tres sencillos principios:

1. **PERSONAS:** el cuidado de la población (usar solo lo necesario). Satisfacer las necesidades básicas (como tener alimento, casa, educación, trabajo y relaciones sociales saludables de convivencia) implicará la eliminación de la degradación destructiva de la Tierra.
2. **PLANETA:** respeto por la Tierra y los organismos que la componen. Cuidar el planeta (aire, suelo y agua, flora y fauna, hábitats, etc.) no llevando a cabo actividades degradantes y agresivas, y restaurando el valor perdido en las últimas décadas.

3. **RECURSOS:** reparto equitativo de bienes, recursos y capacidades. Es necesario que los recursos y los excedentes vayan destinados a la obtención de los dos objetivos anteriores. Teniendo en cuenta la capacidad de carga del planeta pueden limitarse las actividades humanas medidas a partir de la huella ecológica. Para poder controlar este principio, es necesario restablecer el modelo actual e imponer límites al consumo.



Fig. 1-8 Ética permacultural

De los tres principios fundamentales han derivado los siguientes principios de actitud (Michoacán, 2006):

1. Trabajar con la naturaleza, no contra ella.
2. Convertir los problemas en oportunidades, desechos en recursos (actuar haciendo que las acciones siempre tengan un efecto positivo).
3. Mínimo cambio para el máximo efecto (acciones que causen un mínimo cambio y logren grandes beneficios).
4. El rendimiento de un sistema es teóricamente ilimitado (los límites de rendimiento y el número de usos de los recursos renovables son impuestos por la sociedad. Existe la manera de aprovecharlos eficientemente).

5. Todo afecta a todo (todos los organismos de un mismo ecosistemas están interrelacionados; las actividades de unos, afectan a otros).
6. Enfoque holístico y diseño integrado.
7. Dejar en condiciones mejores todo lo que tocamos.
8. La ecología incluye a la humanidad.
9. Cooperación en vez de competencia.

Para poder llevar a cabo los objetivos anteriores, se han definido los siguientes principios de diseño (Michoacán, 2006):

1. Crear y fomentar la diversidad.
2. Utilizar patrones de la naturaleza.
3. Planear respetando el curso natural de las cosas.
4. Utilizar recursos biológicos y los patrones de la naturaleza.
5. Reciclar energía.
6. Conciencia propia y reacción.
7. Una cosa, muchos usos. Muchos elementos cubren las necesidades básicas y realizan múltiples funciones.

ECOLOGÍA INDUSTRIAL

La ecología industrial es una práctica de gestión ambiental orientada a transformar un sistema industrial en analogía con un ecosistema natural. Es un nuevo marco de trabajo que busca la transformación del sistema industrial en sostenible. Con el objetivo de conseguir eliminar el concepto de residuo, plantea la gestión de las entradas y salidas de un sistema, haciendo que los desechos de unos procesos sean recursos para otros. Con este planteamiento y teniendo en cuenta la capacidad de carga del planeta, la estructura lineal del sistema industrial convencional es transformada en un ciclo cerrado de materia (con la consiguiente producción limpia y consumo responsable).

En la actualidad conviven los tres tipos de sistemas industriales mostrados en la figura 1-9. El tipo I, o sistema convencional e insostenible, está a punto de extinguirse. Adaptadas al tipo II se encuentran aquellas empresas y organizaciones que empiezan a tomar conciencia con el desarrollo sostenible y con el cuidado medioambiental. Por último, el modelo III está siendo considerado por muchos sistemas (algunos en funcionamiento como el eco-parque industrial de Kalundborg, o en proceso de desarrollo, como el eco-parque industrial de Dallas en Texas). Existen muchas investigaciones sobre la dinámica de los modelos de ecología industrial a través de las cuales se proponen proyectos de acción para crear ecosistemas industriales y parques eco-industriales.

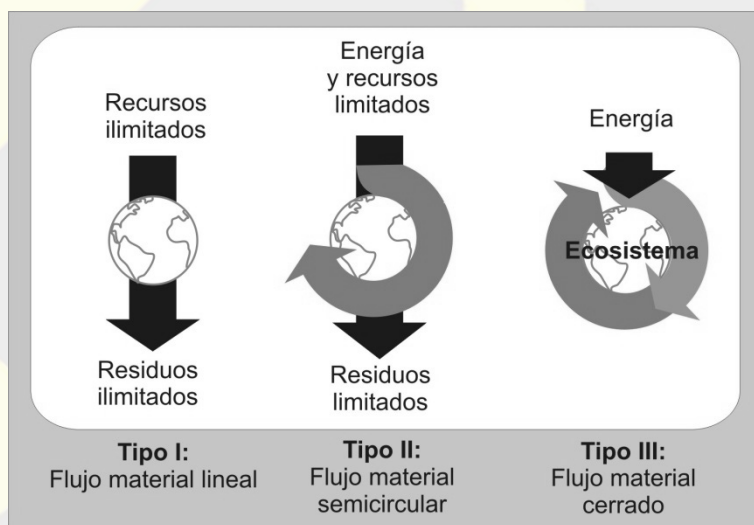


Fig. 1-9 Evolución hacia un ecosistema industrial sostenible (adaptado de Themelis, 2011)

La adopción de un sistema de estas características ofrece a las empresas minimizar los impactos generados al medio ambiente y la posibilidad de reducir los costes de producción a través de la eficiencia energética y de recursos. Con respecto al medio ambiente, su aplicación se traduce en la prevención de la contaminación, la recuperación de recursos y la reconstrucción de los ecosistemas dañados y degradados hasta el momento. Los ecosistemas industriales son una potente herramienta de desarrollo económico, tanto para la industria como para las poblaciones y comunidades cercanas, que pueden beneficiarse de la gestión limpia de sus alrededores y de los recursos aportados por el propio parque.

VISIÓN SISTÉMICA DE LA SOSTENIBILIDAD

A partir de los años 80, con los inicios de la conciencia social con el problema ambiental, los estudios y los enfoques de la sostenibilidad se fueron transformando hasta encontrar un sistema integral de desarrollo sistémico.

Una visión sistémica o perspectiva holística (Kobayashi, 2006; Labein, 2006; Turkker, Charter y Vezzoli, 2008) está basada en el estudio global, en el cual la atención recae no solo en los elementos o componentes individuales, sino también en las relaciones entre ellos (es decir, centra su estudio en la totalidad del sistema como unidad dinámicamente variable y en el análisis de los subsistemas o categorías adaptables a las perturbaciones: componentes, relaciones, características y propiedades, actividades y fenómenos, obstáculos y contrariedades, contextos, evoluciones e interrelaciones directas e inversas, etc.).



Fig. 1-10 Arquetipo sistémico para modelar aspectos de la sostenibilidad

Basada en la teoría de sistemas, la sostenibilidad puede concebirse a través de esta compleja herramienta matemática dentro de la versión “dura” de la dinámica de sistemas. La teoría de sistemas surge de la necesidad de comprender el funcionamiento de sistemas concretos, complejos, abiertos y a veces únicos (biológicos, ecosistemas). Bertalanffy hace énfasis en el estudio de las propiedades emergentes del sistema frente a la propuesta reduccionista de la biología experimental que pretendía explicar los procesos de la vida mediante la investigación física y química de las leyes a niveles subcelulares (EULACIA, 2009). Partiendo de la

base conceptual de conocer las cosas en su conjunto, se puede entender el desarrollo sostenible como todas aquellas acciones e interrelaciones donde los elementos se combinan según factores sociales, ecológicos y económicos para lograr un recurso.

Esto puede ser llevado a cabo desde la perspectiva sistémica desde dos enfoques:

a) Perspectiva de los sistemas blandos o suaves: este enfoque tiene como propósito ‘hacer explícitas y acomodar’ perspectivas diferentes de la situación problema, considerando distintas escalas temporales (diacrónica-sincrónica) y espaciales (local-global) de su estructura y comportamiento dinámico, estudiando y promoviendo procesos de aprendizaje colectivos por parte de aquellos actores interdependientes involucrados en el proceso de desarrollo. La realidad es concebida a base de bucles dinámicos arquetípicos con un comportamiento asociado. Entre los arquetipos característicos del pensamiento sistémico más conocido se encuentran la compensación entre proceso y demora, los límites del crecimiento, la erosión de metas, el éxito para quien tiene éxito, la tragedia del terreno común, las soluciones rápidas que fallan y el crecimiento y subinversión (Senge, 1994).

b) Enfoque de sistemas duros: desde este enfoque se tiene como propósito describir el impacto de los sistemas actuales a distintos niveles de agregación, llevando a cabo modelos y simulándolos para poder hacer previsiones. Este enfoque permite diseñar productos y tecnologías que permitan aumentar la producción, minimizando el uso de energía y otros insumos no renovables y sin afectar significativamente la calidad de los recursos naturales (Ausubel y Harpignies, 2004). Desde este punto de vista la investigación y diseño contribuye a la sociedad diciéndole cómo son los hechos y qué opciones tecnológicas existen, el modo en que pueden ser implementadas y sus consecuencias. Para ello, es necesario realizar de modelos formales mediante diagramas causales, de Forrester y simulación de los modelos.

Mediante el enfoque sistémico se puede conseguir una sociedad global sostenible, partiendo de la optimización sucesiva del sistema que permita satisfacer las necesidades actuales sin destruir las posibilidades de las generaciones futuras (Brundtland Commission, 1987), integrando adecuadamente en equilibrio dinámico los factores sociales, económicos y ecológicos, creando un sistema abierto que además de auto-regularse (a semejanza de los ecosistemas naturales), permita su restauración, mantenimiento y ampliación.

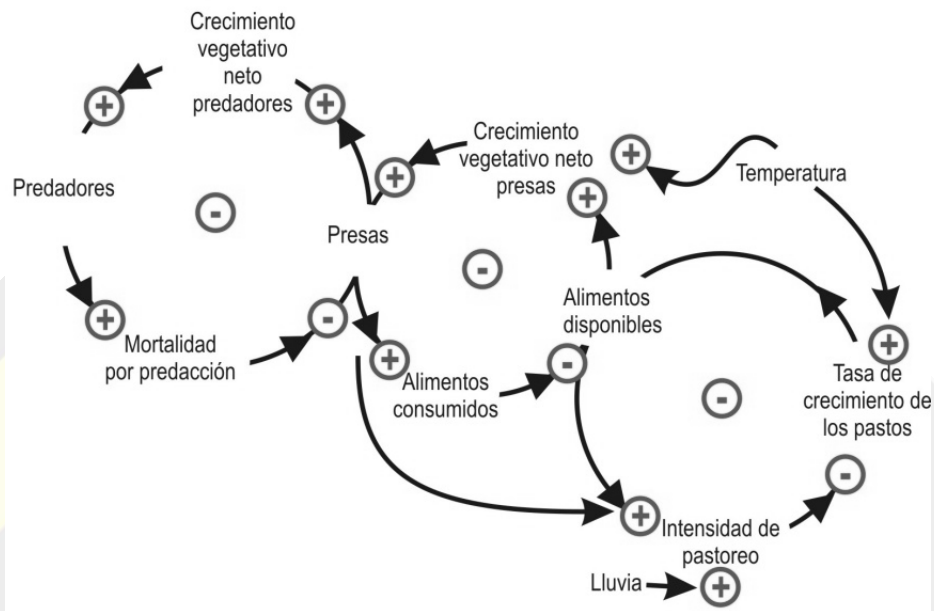


Fig. 1-11 Diagrama Causal Predador-Presa-Pastoreo

Para alcanzar la sostenibilidad desde la perspectiva sistémica se deben realizar los siguientes cambios (Labein, 2006; Turkker, Charter y Vezzoli, 2008):

1. Cambio de mentalidad individual: debemos entender la necesidad de adaptar nuestras actividades dentro del planeta y a su funcionamiento global. Esto implica aceptar las leyes naturales y no imponer las personales. Este primer objetivo se alcanza gracias al aprendizaje: comprender la naturaleza, su funcionamiento, entender lo que eres y lo que haces. El auto-conocimiento aumenta la capacidad de observar lo más importante y conocer las necesidades básicas del ser humano. Desarrollar los principios fundamentales para tener una visión de la vida fuera del concepto del control absoluto, el consumo excesivo o la degradación del planeta como recursos para satisfacer las necesidades desarrollando una falta de armonía y de equilibrio con el sistema natural.

La teoría de las necesidades de Max Neef puede ayudar al cambio de mentalidad individual. Define en su estudio del desarrollo a escala humana, nueve necesidades fundamentales axiológicas (subsistencia, protección, afecto, entendimiento, participación, ocio, creación, identidad y libertad) que al relacionarse con las necesidades existenciales de ser, tener, hacer y estar, nos proporcionan la manera de conocer cómo alcanzar el nivel máximo de calidad de vida.

		NECESIDADES EXISTENCIALES			
		SER	TENER	HACER	ESTAR
		Educación; reproduce valores	Intercambio y adquisición de bienes	Permite la realización de actividades	Ofrece espacios
NECESIDADES AXIOLÓGICAS	Subsistema (alimento, cobijo)	Trabajador	Trabajar	Ingresos	Espacio de trabajo
	Protección (salud/ vivienda)	Habitante	Habitar	Vivienda Alimento	Lugar seguro y digno
	Afecto (relaciones afectivas)	Afectuoso social	Vínculos sociales	Relaciones sociales	Espacios de encuentro
	Comprensión	Comprensivo	Comprender	Actitud	En sociedad
	Participación	Participativo	Participar	Grupos de trabajo	Espacios de participación
	Ocio	Ocioso Lúdico	Recrearse	Tiempo	Espacios de recreativos
	Creación	Libre	Expresarse libremente	Libertad de acción	Lugares propios
	Identidad	Autónomo	Expresiones Manifestaciones	Características propias	Lugares-formas de expresión
	Libertad	Creador	Crear	Imaginación instrumentos	Espacios de creación (taller)

Fig. 1-12 Modelo de necesidades a satisfacer por las ciudades

Hasta nuestros días, la degradación y la destrucción medioambiental se han producido tras el intento de conseguir el bienestar humano. El problema reside en haber definido el camino hacia ese bienestar de forma incorrecta, a través del consumo excesivo y descontrolado, que en lugar de aumentar la felicidad, reducen la riqueza natural y calidad de vida global del planeta. Es necesario transformar el enfoque del proceso, aumentando las capacidades individuales de la sociedad para llevar a cabo sus interrelaciones y modificando los patrones sociales de consumo, permitiendo la convivencia de los seres humanos en equilibrio y armonía con la naturaleza y el resto de seres que la componen.

2. Cambio global social: el cambio de mentalidad viene ligado a establecer una conexión con la realidad de mayor claridad y conocimiento; es decir, es necesario implantar las conexiones con el planeta de forma más consciente, sabiendo que somos parte de él. El sistema se convertirá en una interconexión entre todos sus actores con un mayor alcance social. Este cambio implica construir y nutrir comunidades sostenibles semejantes a los ecosistemas naturales, para conseguir el bienestar global. Para ello, se deben seguir algunos de los principios básicos de la ecología, como el reciclaje natural, la colaboración social o el respeto por la diversidad.

3. Cambio de actitud y visión: el futuro del planeta, su reconstrucción y regeneración dependen de las actividades humanas sostenibles. Este cambio supone despertar nuestra confianza ante la idea de que el futuro puede ser diferente del pasado. Una vez redescubierto nuestro lugar en el planeta a través del cambio global social, es necesario tomar la sostenibilidad no como una elección, sino como la opción que posibilitará corregir la degradación ambiental producida en las últimas décadas. Para ello, la sostenibilidad debe dar gracias a los nuevos paradigmas o marcos de trabajo desarrollados a partir de la analogía del sistema con la naturaleza, haciendo que nuestras actividades sean responsables con el planeta respetando sus límites y su capacidad de carga, y basadas en la justicia, la equidad y la igualdad.

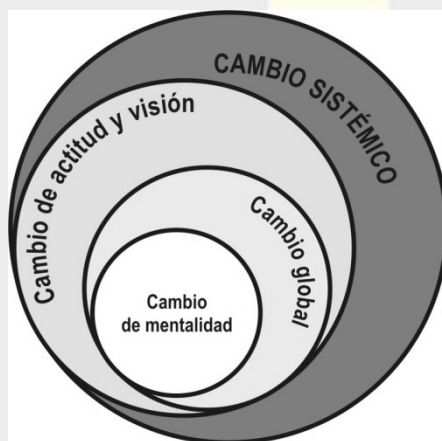


Fig. 1-13 Cambios que engloba la sostenibilidad total

La sostenibilidad no es un estado constante, sino una situación dinámica, que debe mantenerse y adaptarse a los cambios globales del planeta. Las bases para la búsqueda del desarrollo sostenible pueden ser asentadas a través de sus tres dimensiones de equidad, ecología y economía, teniendo en cuenta otros factores políticos, culturales o de crecimiento. Todavía no tenemos una forma definida de diseñar el sistema más óptimo sostenible. Es un concepto ambiguo y muy discutido entre la literatura actual. La búsqueda de la sostenibilidad debe abordar innumerables cuestiones antes de encontrar la perspectiva más útil para conseguir estar plenamente integrados en el planeta, resolviendo nuestras necesidades y respetando el medio ambiente. Nuestro sistema de gestión final tendrá que caracterizarse por un funcionamiento abierto en intercambios de energía, materia e información (Mulder, 2006).