



**Delta del río Misisipi (Fuente: NASA)**  
**La sostenibilidad fuerte establece que el capital natural debe preservarse por todos los medios porque no puede ser reemplazado.**

# Diseño para la sostenibilidad

## Soluciones a largo plazo para un problema complejo

*Design for Sustainability*

*Long Term Solutions for a Complex Problem*

POR/BY **ÓSCAR HUERTA**

PROFESOR ASISTENTE, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE, ESCUELA DE DISEÑO Y CENTRO DE ENERGÍA.

ASSISTANT PROFESSOR, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE, SCHOOL OF DESIGN AND UC ENERGY RESEARCH CENTER.

ESTE ARTÍCULO ESTÁ DIRIGIDO A UNA AUDIENCIA DE DISEÑADORES Y NO DISEÑADORES QUE TOMAN DECISIONES RELACIONADAS CON EL DISEÑO. SE PRESENTAN ANTECEDENTES SOBRE SOSTENIBILIDAD Y SE DISCUTEN ENFOQUES RELEVANTES PARA COMPRENDER SU SIGNIFICADO Y TERMINOLOGÍA. ADEMÁS, SE ABORDA LA MEDICIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD. LUEGO, SE REVISAN TRES ENFOQUES DE DISEÑO PARA LA SOSTENIBILIDAD QUE ABARCAN DESDE LA TOMA DE DECISIONES DE ALTO NIVEL HASTA PAUTAS DE DISEÑO MÁS DETALLADAS PARA BIENES Y SERVICIOS. ESTOS SON: THE NATURAL STEP, CRADLE TO CRADLE DESIGN Y LIFE CYCLE DESIGN. SE ABORDAN LAS CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE ESTOS ENFOQUES, CON ÉNFASIS EN CÓMO DEBEN IMPLEMENTARSE PARA REALMENTE POSIBILITAR LA SOSTENIBILIDAD. A CONTINUACIÓN, SE PROPONE UNA INTEGRACIÓN DE ESTOS ENFOQUES CON EL FIN DE ACLARAR ASPECTOS CENTRALES ESPECÍFICOS QUE SE DEBEN TENER EN CUENTA AL TOMAR DECISIONES DE DISEÑO PARA LA SOSTENIBILIDAD. FINALMENTE, SE REvisa LA SITUACIÓN DE CHILE COMO UN PAÍS QUE ESTÁ TRABAJANDO EN SU DESARROLLO SOSTENIBLE. LAS DECISIONES RELACIONADAS CON LOS PRODUCTOS PUEDEN SER MÁS O MENOS SOSTENIBLES, Y EL DISEÑO JUEGA UN PAPEL IMPORTANTE EN ESTO. SE PUEDEN TOMAR BUENAS DECISIONES DE DISEÑO PARA LA SOSTENIBILIDAD, TANTO PARA PRODUCTOS FABRICADOS LOCALMENTE COMO IMPORTADOS.

THIS ARTICLE IS AIMED AT AN AUDIENCE OF DESIGNERS AND NON-DESIGNERS THAT MAKE DESIGN RELATED DECISIONS. A BACKGROUND OF SUSTAINABILITY IS PRESENTED AND SOME RELEVANT APPROACHES ARE DISCUSSED IN ORDER TO UNDERSTAND ITS MEANING AND TERMINOLOGY. HOW SUSTAINABILITY CAN BE MEASURED IS PRESENTED AS WELL. THEN, THREE APPROACHES TO DESIGN FOR SUSTAINABILITY ARE REVIEWED THAT COVER FROM HIGH LEVEL DECISION MAKING TO MORE DETAILED DESIGN GUIDELINES OF GOODS AND SERVICES. THESE ARE THE NATURAL STEP, CRADLE TO CRADLE DESIGN, AND LIFE CYCLE DESIGN. THE SPECIFIC CHARACTERISTICS OF THESE APPROACHES ARE DEALT WITH, WITH A FOCUS ON HOW THEY SHOULD BE IMPLEMENTED SO THAT THEY ACTUALLY ENABLE SUSTAINABILITY. THEN, A SORT OF INTEGRATION IS PROPOSED, IN ORDER TO CLARIFY SPECIFIC CORE ASPECTS THAT SHALL BE CONSIDERED WHEN MAKING DESIGN RELATED DECISIONS FOR SUSTAINABILITY. FINALLY, A FOCUS IS PUT ON CHILE AS A COUNTRY THAT IS WORKING ON ITS SUSTAINABLE DEVELOPMENT. DECISIONS RELATED TO PRODUCTS CAN BE MORE OR LESS SUSTAINABLE, AND DESIGN PLAYS AN IMPORTANT ROLE HERE. GOOD DESIGN DECISIONS FOR SUSTAINABILITY CAN BE MADE, BOTH FOR PRODUCTS MADE LOCALLY AND IMPORTED.

## MARCO TEÓRICO

### ANTECEDENTES Y ENFOQUES DE LA SOSTENIBILIDAD

#### DESARROLLO SOSTENIBLE

El reto de lograr el desarrollo sostenible ha sido reconocido internacionalmente durante más de treinta años, desde la publicación del informe “Nuestro futuro común” en 1987, preparado por la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo de las Naciones Unidas (UN-WCED, 1987). El informe reconoce que los seres humanos han causado daños significativos a los ecosistemas terrestres, lo que junto con múltiples problemas socioeconómicos que nos afectan, indica que nuestro estilo de vida no es sostenible a largo plazo (UN-WCED, 1987). De hecho, se ha señalado que los patrones predominantes de desarrollo son biofísicamente imposibles de sostener cuando se proyectan en un futuro no muy lejano (Goodland, 1995).

En este contexto, el desarrollo sostenible se ha propuesto como un modelo de desarrollo en el que se satisfacen las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas (UN-WCED, 1987). Lograr esto implica una transformación progresiva de la economía y la sociedad, con el fin de prosperar a largo plazo sin dañar los sistemas naturales (UN-WCED, 1987). Aunque su origen provenga de una entidad política, como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), el desarrollo sostenible no depende solo de los gobiernos, sino que requiere la participación de todos los actores de la sociedad.

#### SOSTENIBILIDAD DE TRIPLE RESULTADO

Las empresas juegan un papel fundamental en el avance hacia el desarrollo sostenible (Elkington, 2004). Tienen una escala y un poder que rivalizan con los de los países. Por ejemplo, durante 2007, las dos mil empresas más grandes del mundo controlaban el 56% de la producción mundial, empleando solo al 1,1% de la población mundial (Hawken, 2010). Ese mismo año las diez empresas más grandes del mundo tuvieron una producción equivalente a la de 128 países juntos (Hawken, 2010). La producción mundial, ejecutada convencionalmente, tiene graves repercusiones ambientales. Se ha determinado que las empresas son en gran medida responsables del deterioro ambiental; por lo tanto, también son una parte fundamental de la solución llamada sostenibilidad (Anderson & White, 2010).

Reconociendo esto último, John Elkington propuso que las empresas deberían incluir en sus balances, no solo los resultados económicos o financieros, sino también el valor ambiental y social que crean o destruyen (Elkington, 2004). Acuñó el término “Triple resultado” (Triple Bottom Line) en 1991 (Elkington, 2004).

#### LOS PARADIGMAS DE SOSTENIBILIDAD FUERTE Y DÉBIL

Los enfoques económicos de la sostenibilidad enmarcan el tema en términos de utilidad humana. Una regla intergeneracional aparentemente simple es que el desarrollo es sostenible “... si no disminuye la capacidad de proporcionar una utilidad per cápita no decreciente para el infinito” (Neumayer, 2003, p.8). La capacidad de proporcionar utilidad se encarna conceptualmente en cuatro formas de capital: producido, natural, humano y social (Dietz & Neumayer, 2007). En el paradigma de la sostenibilidad débil se asume

## THEORETICAL FRAMEWORK

### SUSTAINABILITY BACKGROUND & APPROACHES

#### SUSTAINABLE DEVELOPMENT

*The challenge of achieving sustainable development has been internationally recognized for more than thirty years, since the publication of the report “Our Common Future” in 1987, prepared by the United Nations World Commission for Environment and Development (UN-WCED, 1987). The report recognizes that human beings have caused significant damage to terrestrial ecosystems, which together with multiple socio-economic problems that affect us, indicates that our lifestyle is not sustainable in the long term (UN-WCED, 1987). Indeed, the predominant patterns of development have been pointed out as being biophysically impossible to sustain when projected into a not too distant future (Goodland, 1995).*

*In this context, sustainable development has been proposed as a development model in which the needs of the present are met without compromising the ability of future generations to meet theirs (UN-WCED, 1987). Achieving this entails a progressive transformation of the economy and society, in order to prosper in the long term without damaging natural systems (UN-WCED, 1987). Although it has an origin in a political entity, such as the United Nations (UN), sustainable development does not depend only on governments but requires the involvement of all actors in society.*

#### TRIPLE BOTTOM LINE SUSTAINABILITY

*Companies play a fundamental role in advancing towards sustainable development (Elkington, 2004). They have a scale and power that rivals those of countries. For example, during 2007 the two thousand largest companies in the world controlled 56 percent of the world’s production, employing only 1.1 percent of the world’s population (Hawken, 2010). That same year the ten largest companies in the world had an output equivalent to that of 128 countries combined (Hawken, 2010). Global output, produced conventionally, accounts for severe environmental impacts. It has been recognized that companies are largely responsible for the environmental deterioration; therefore, they are also a fundamental part of the solution named sustainability (Anderson & White, 2010).*

*Acknowledging the latter, John Elkington proposed that companies should include in their balance sheets, not only the economic or financial results, but also the environmental and social value that they create or destroy (Elkington, 2004). He coined the term “Triple Bottom Line” in 1991 (Elkington, 2004).*

#### THE STRONG AND WEAK SUSTAINABILITY PARADIGMS

*Economic approaches to sustainability frame the issue in terms of human utility. An apparently simple intergenerational rule is that development is sustainable “...if it does not decrease the capacity to provide non-declining per capita utility for infinity.” (Neumayer, 2003, p8). The capacity to provide utility is conceptually embodied in four forms of capital: produced, natural, human and social (Dietz & Neumayer, 2007). In the weak sustainability paradigm it is assumed that these four forms of capital are more or less interchangeable (Dietz & Neumayer, 2007). The goal here is that the total amount of capital does not decrease (Huerta, 2014). However, basic life support systems are almost certainly impossible to substitute (Barbier et al., 1994). The global environmental and ecological system provides us with the basic functions of food, water, breathable air and a stable climate, which cannot*

que estas cuatro formas de capital son más o menos intercambiables (Dietz & Neumayer, 2007). El objetivo aquí es que la cantidad total de capital no disminuya (Huerta, 2014). Sin embargo, es casi seguro que los sistemas básicos de soporte vital son casi imposibles de sustituir (Barbier et al., 1994). El sistema ambiental y ecológico mundial nos proporciona las funciones básicas de los alimentos, el agua, el aire respirable y un clima estable, que no puede ser sustituido por el capital humano y social producido. Por ejemplo, los humedales naturales desempeñan muchas funciones importantes para la humanidad: prevención de daños causados por tormentas, control de inundaciones y flujos de agua, apoyo a la pesca, absorción de nutrientes y desechos, etcétera. (Barbier, 1994). Dado que el capital humano y el capital natural están lejos de ser sustitutos, no se debe perseguir una sostenibilidad débil (Goodland, 1995).

El paradigma de la sostenibilidad fuerte establece que, de todas las formas de capital, el capital natural debe preservarse por todos los medios, ya que no puede ser reemplazado por otra cosa en caso de que se agote. El capital natural proporciona cuatro categorías de funciones a los seres humanos. Se trata de materias primas para la producción y el consumo, la asimilación de residuos derivados de la producción y el consumo, los servicios y las funciones básicas de soporte vital de las que dependen la vida humana y las tres primeras funciones de capital natural (Dietz & Neumayer, 2007). Las funciones básicas de soporte vital permiten las otras funciones de capital natural para los seres humanos. El sistema ambiental y ecológico global que nos proporcionan las funciones básicas de los alimentos, el agua, el aire y un clima estable, no se están valorando adecuadamente en el paradigma de la sostenibilidad débil. Por lo tanto, el paradigma débil no apunta en la dirección correcta hacia la sostenibilidad. Para que la humanidad sea verdaderamente sostenible, debemos adoptar el paradigma de la sostenibilidad fuerte.

De hecho, los paradigmas de sostenibilidad débiles y fuertes han sido adoptados por la economía. Esto sucede porque a las cuatro formas de capital se les da un valor monetario. Poner precio o asignar valor monetario al capital natural puede ser una forma de incluir el enorme valor que tiene para la humanidad. La cuestión de la valoración en términos monetarios es un componente central de cualquier negocio. El tema de la valoración de los aspectos económicos, ambientales y sociales en un negocio, ha sido abordado por el triple resultado (Triple Bottom Line).

## **MEDIR LA SOSTENIBILIDAD**

### **EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DEL CICLO DE VIDA**

La transformación de la situación actual a una sociedad sostenible requiere poder evaluar la sostenibilidad. Desde la formulación inicial del concepto, se han realizado grandes esfuerzos para cuantificar la sostenibilidad, con el fin de avanzar hacia un desarrollo sostenible (Azar, Holmberg & Lindgren, 1996). Cuantificar la sostenibilidad de un producto, proceso u organización no es una tarea fácil. Implica evaluar los aspectos económicos, sociales y medioambientales del sistema de productos, con un enfoque integrador y holístico.

Para ayudar a abordar esta complejidad, la Iniciativa del Ciclo de Vida del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), junto con la Sociedad de

*be replaced by produced, human and social capital. For example, natural wetlands perform many important functions for humankind - prevention of storm damage, flood and water flow control, support of fisheries, nutrient and waste absorption, and so forth (Barbier, 1994). Because human made capital and natural capital are far from being substitutes, weak sustainability should not be pursued (Goodland, 1995).*

*The strong sustainability paradigm states that, of all forms of capital, natural capital should be preserved by all means, since it cannot be replaced by anything else in case it is depleted. Natural capital provides four categories of functions to human beings. These are raw materials for production and consumption, assimilation of waste derived from production and consumption, amenity services, and basic life support functions on which human life and the first three natural capital functions depend (Dietz & Neumayer, 2007). Basic life support functions enable the other natural capital functions for human beings. The global environmental and ecological system that provides us with the basic functions of food, water, air and a stable climate are not being valued properly in the weak sustainability paradigm. Therefore, the weak sustainability paradigm does not point in the right direction towards sustainability. In order for humankind to become truly sustainable we should embrace the strong sustainability paradigm.*

*The weak and strong sustainability paradigms can be seen adopted by an economy in fact. This happens because the four forms of capital are given a monetary value. Putting price or assigning monetary value to natural capital may be a way to include the enormous value that it has for humanity. The issue of valuing in monetary terms is a core component of any business. The topic of valuing economic, environmental and social aspects in a business has been addressed by the Triple Bottom Line.*

## **MEASURING SUSTAINABILITY**

### **LIFE CYCLE SUSTAINABILITY ASSESSMENT**

*The transformation from the current state of affairs to a sustainable society requires being able to assess sustainability. From the initial formulation of the concept, great efforts have been put into quantifying sustainability, in order to move towards a sustainable development (Azar, Holmberg & Lindgren 1996). Quantifying the sustainability of a product, process or organization is not an easy task. It entails assessing the economic, social and environmental aspects of the product system, with an integrative and holistic approach.*

*To help deal with this complexity the Life Cycle Initiative of the United Nations Environment Program (UNEP) together with the Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) have formulated a framework to assess sustainability with a holistic life cycle approach (UNEP, 2011). This one is called Life Cycle Sustainability Assessment (LCSA). Two observations are the points of departure for the development of LCSA. First, sustainability has become a relevant keyword for decision making in any context or situation and the scientific community has the duty to demonstrate what might be sustainable and how to measure it with a scientific approach; second, the life cycle approach is considered to provide a valuable support in integrating sustainability into the design, innovation, and evaluation of goods and services (Zamagni et al., 2013). A life cycle approach enables the understanding of goods, services and organizations as systems; considering the different life cycle stages that occur from*

Toxicología y Química Ambiental (SETAC), han formulado un marco para evaluar la sostenibilidad con un enfoque holístico del ciclo de vida (PNUMA, 2011). Esta se llama Evaluación de Sostenibilidad del Ciclo de Vida (LCSA). Dos observaciones son los puntos de partida para el desarrollo de LCSA. En primer lugar, la sostenibilidad se ha convertido en una palabra clave relevante para la toma de decisiones en cualquier contexto o situación, y la comunidad científica tiene el deber de demostrar lo que podría ser sostenible y cómo medirlo con un enfoque científico; en segundo lugar, se considera que el enfoque del ciclo de vida proporciona un valioso apoyo para integrar la sostenibilidad en el diseño, la innovación y la evaluación de bienes y servicios (Zamagni et al., 2013). Un enfoque en el ciclo de vida permite la comprensión de los bienes, servicios y organizaciones como sistemas, considerando las diferentes etapas que ocurren desde la extracción de materias primas hasta la eliminación final de residuos y productos, incluyendo todos los procesos involucrados (White, St. Pierre & Belletire, 2013). El enfoque en el ciclo de vida permite analizar la sostenibilidad de los sistemas de productos y orientar la toma de decisiones y acciones para una mayor sostenibilidad a través del diseño (Huerta, 2014).

#### DISEÑO PARA LA SOSTENIBILIDAD

A lo largo del tiempo se han desarrollado diferentes enfoques de diseño para la sostenibilidad. Estos van desde la toma de decisiones de alto nivel hasta estrategias y acciones más detalladas para utilizar al diseñar bienes o servicios.

#### EL MARCO THE NATURAL STEP

La ONG sueca The Natural Step (TNS) tiene una larga historia investigando la sostenibilidad y desarrollando un marco para alcanzarla, que aborda el diseño desde una perspectiva de sistemas de alto nivel. El marco TNS puede ser implementado por organizaciones de cualquier tipo y tamaño.

Según TNS, cuatro principios deben cumplirse en una sociedad sostenible:

1. Las sustancias extraídas de la litosfera no deben acumularse sistemáticamente en la ecosfera.
2. Las sustancias producidas por la sociedad no deben acumularse sistemáticamente en la ecosfera.
3. Las condiciones físicas de producción y diversidad dentro de la ecosfera no deben deteriorarse sistemáticamente.
4. El uso de los recursos debe ser eficiente y justo con respecto a la satisfacción de las necesidades humanas (Azar et al., 1996, p.4).

Años de investigación dirigidos por el Dr. Karl. Henrik Robèrt permitieron comprender las condiciones que deben mantenerse en la biosfera para que exista la vida tal como la conocemos. Luego se propusieron estos cuatro principios como guía para crear soluciones para la sostenibilidad que sean realmente sostenibles. Mirando los principios no parecen tareas fáciles. Para ayudar en su implementación, el Marco TNS incluye métodos y herramientas para planificar la sostenibilidad en sistemas complejos.

#### DISEÑO DE CICLO DE VIDA

El trabajo seminal sobre el diseño del ciclo de vida fue producido por Keoleian & Menerey para la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). Este trabajo fue

*the extraction of raw materials to the final disposal of waste and products, including all the processes involved (White, St. Pierre & Belletire, 2013). The life cycle approach allows to analyze the sustainability of product systems, and to guide decision-making and actions for a greater sustainability through design (Huerta, 2014).*

#### DESIGN FOR SUSTAINABILITY

*Different approaches to design for sustainability have been developed over time. These range from high level decision making to more detailed strategies and actions to be used when designing goods or services.*

#### THE NATURAL STEP FRAMEWORK

*The Swedish NGO The Natural Step (TNS) has a long history re-searching sustainability and developing a framework to attain it, which addresses design from a high level systems perspective. The TNS framework can be implemented by organizations of any kind and size.*

*According to TNS, four principles should be fulfilled in a sustainable society:*

1. *Substances extracted from the lithosphere must not systematically accumulate in the ecosphere;*
2. *Society-produced substances must not systematically accumulate in the ecosphere;*
3. *The physical conditions for production and diversity within the ecosphere must not become systematically deteriorated;*
4. *The use of resources must be efficient and fair with respect to meeting human needs (Azar et al., 1996, pp 4).*

*Years of research led by Dr. Karl. Henrik Robèrt enabled understanding the conditions that need to be maintained in the biosphere in order for life as we know it to exist. Then these four principles were proposed as a guidance to create solutions for sustainability that are really sustainable. Looking at the principles they seem not easy tasks. To aid in their implementation, TNS Framework includes methods and tools to plan for sustainability in complex systems.*

#### LIFE CYCLE DESIGN

*Seminal work about life cycle design was produced by Keoleian & Menerey for the Environmental Protection Agency of the United States (EPA). This work was visionary when it was published (1993) and continues vigent until today. The Life Cycle Design project was initiated by EPA to reduce environmental impacts and health risks through product and process design and development (Keoleian & Menerey, 1993). Thus, life Cycle Design was born:*

*The life cycle framework recognizes each step in product development from extraction of raw materials through final disposal of all residuals. Life cycle design focuses on discovering and reducing environmental impacts, not merely shuffling them between various media or activities (Keoleian & Menerey, 1993).*

*Today the life cycle approach is mainstream in environmental policy as well as in industry when it is necessary to measure and report environmental performance for compliance or other purposes (e.g. carbon footprint).*

#### CRADLE TO CRADLE DESIGN

*The cradle to cradle (C2C) approach focuses on the management*

# La sostenibilidad fuerte establece que el capital natural debe preservarse por todos los medios porque no puede ser reemplazado.

*Strong sustainability states that natural capital must be preserved by all means because it cannot be replaced.*

visionario cuando se publicó (1993) y continúa vigente hasta hoy. El proyecto de Diseño del Ciclo de Vida fue iniciado por la EPA para reducir los impactos ambientales y los riesgos para la salud a través del diseño y desarrollo de productos y procesos (Keoleian & Menerey, 1993). Así nació el Diseño del Ciclo de Vida:

El marco del ciclo de vida reconoce cada paso en el desarrollo del producto, desde la extracción de materias primas hasta la eliminación final de todos los residuos. El diseño del ciclo de vida se centra en descubrir y reducir los impactos ambientales, no simplemente barajarlos entre varios medios o actividades (Keoleian & Menerey, 1993).

Hoy en día, el enfoque del ciclo de vida se incorpora a la política medioambiental, así como en la industria, cuando es necesario medir y notificar el comportamiento medioambiental para el cumplimiento de las políticas u otros fines (por ejemplo, la huella de carbono).

## DISEÑO CUNA A CUNA

El enfoque de cuna a cuna (Cradle to cradle C2C) se centra en la gestión de los flujos de materiales asociados con productos en ciclos técnicos o biológicos (Braungart et al., 2007). Este enfoque es propiedad de McDonough y Braungart Design Chemistry (MDBC). Incluye las siguientes estrategias para diseñar un producto: la eliminación gradual de todos los productos químicos tóxicos conocidos, un análisis toxicológico exhaustivo de las sustancias que se utilizarán y la posibilidad de que los materiales puedan manipularse en ciclos técnicos o biológicos (Braungart et al., 2007). El concepto de metabolismo técnico proviene de trabajos previos desarrollados por Braungart, y están contenidos en los conceptos de ciclos técnicos y biológicos.

Vale la pena señalar que de la cuna a la cuna ha ejercido una gran influencia en el enfoque sobre economía circular desarrollado por la Fundación Ellen MacArthur (EMF). Específicamente, el concepto de manejo de flujos de materiales en metabolismos biológicos o técnicos ha

of material flows associated with products on technical or biological cycles (Braungart, et al., 2007). This approach is proprietary to McDonough and Braungart Design Chemistry (MDBC). It includes the following strategies to design a product: phasing out all known toxic chemicals, a thorough toxicological analysis of the substances to be used, and enabling that materials can be handled on either technical or biological cycles (Braungart, et al., 2007). The concept of technical metabolism comes from previous work developed by Braungart, which is then contained in the concepts of technical and biological cycles.

It is worth noting that cradle to cradle has exerted great influence in the Ellen MacArthur Foundation (EMF), as part of the literature on which EMF has built its approach to a circular economy. Specifically, the concept of managing material flows in either biological or technical metabolisms has been a notable contribution from Braungart & McDonough's literature to EMF.

## SYNTHESIS

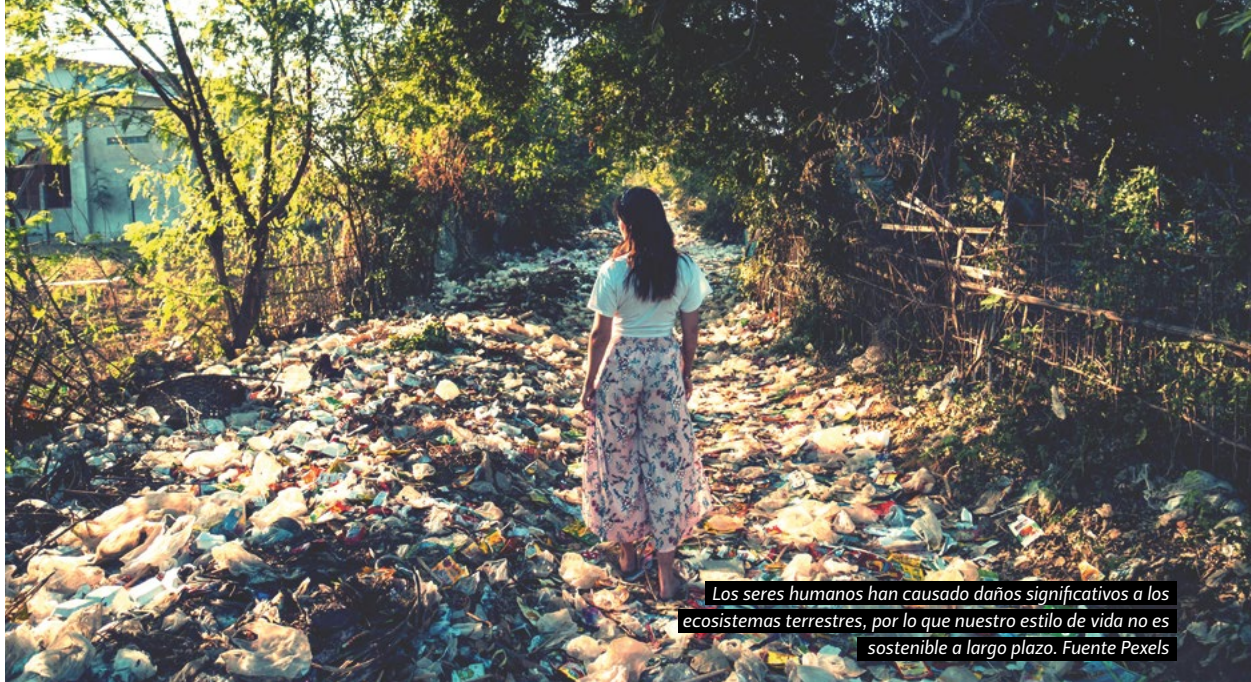
These three approaches address different aspects that are relevant to work on the solutions or design for sustainability. TNS provides the main general guidelines that should be followed in order for sustainability to be really sustainable in anything we do. The life cycle approach proposes to use a life cycle approach when measuring impact (to be more holistic) and to consider the product's life cycle when it is designed so that its environmental impacts can be minimized. C2C focuses on the contents and toxicity of the materials in the product, and on enabling that materials can be managed on biological or technical cycles.

If designers want to work in ways that help pursue sustainable development they should do what is right. Otherwise we would be going in the wrong direction. Should we choose one of these approaches in order to design goods or services for sustainability? Is one of them better than the others? Can they be combined? This will be discussed in the next section.

## DISCUSSION

### DESIGNING FOR SUSTAINABILITY SERIOUSLY

Almost three decades after the 1992 United Nations Summit on Environment and Development in Rio de Janeiro, what were then seen as emerging environmental problems on a global scale have



Los seres humanos han causado daños significativos a los ecosistemas terrestres, por lo que nuestro estilo de vida no es sostenible a largo plazo. Fuente Pexels

sido una contribución notable de la literatura de Braungart y McDonough a EMF.

#### SÍNTESIS

Estos tres enfoques abordan varios aspectos que son relevantes para trabajar en las soluciones o el diseño para la sostenibilidad. TNS proporciona las principales pautas generales que se deben seguir para que la sostenibilidad sea realmente sostenible en cualquier cosa que hagamos. El enfoque del ciclo de vida propone utilizar una aproximación de ciclo de vida al medir el impacto (para ser más holístico), y considerar el ciclo de vida del producto cuando se está diseñando para que sus impactos ambientales puedan minimizarse. C2C se centra en el contenido y la toxicidad de los materiales en el producto, y en permitir que los materiales se puedan manejar en ciclos biológicos o técnicos.

Si los diseñadores quieren trabajar de manera que ayuden a lograr el desarrollo sostenible, deben hacer lo correcto. De lo contrario, iríamos en la dirección equivocada. ¿Deberíamos elegir uno de estos enfoques para diseñar bienes o servicios para la sostenibilidad? ¿Es uno de ellos mejor que los otros? ¿Se pueden combinar? Esto se discutirá en la siguiente sección.

#### DISCUSIÓN

##### DISEÑANDO PARA LA SOSTENIBILIDAD CON SERIEDAD

Casi tres décadas después de la Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de 1992 en Río de Janeiro, lo que entonces se consideraban problemas ambientales emergentes a escala mundial se han convertido en una realidad (PNUMA, 2011). Tenemos que trabajar con firmeza para avanzar hacia la sostenibilidad y, lo que es más importante, tenemos que asegurarnos de que lo que hacemos apunta realmente en la dirección correcta.

El problema de la sostenibilidad, o la solución de nuestra insostenibilidad, se trata de que los seres humanos vivamos de manera que no socaven la capacidad del entorno natural para sostenernos a largo plazo en el futuro. La naturaleza tiene una capacidad biofísica para hacer esto y no debemos disminuir esta capacidad. Cualquier solución o tecnología que podamos crear estará sujeta a las leyes de la física (por ejemplo, gravedad, termodinámica). Entre estas, las leyes de la termodinámica son las más relevantes.

become a reality (UNEP, 2011). We have to work strongly to move towards sustainability, and most importantly, we need to make sure that what we do actually points in the right direction.

The problem of sustainability, or solving our unsustainability, is about us humans living in ways that do not undermine the capacity of the natural environment to sustain us long term in the future. Nature has a biophysical capacity to do this and we should not diminish this capacity. Any solution or technology that we can create will be subject to the laws of physics (e.g. gravity, thermodynamics). Among these laws the laws of thermodynamics are most relevant.

The laws of thermodynamics explain how matter and energy behave. We need to be well aware about the laws of thermodynamics in order to understand how we are physically bound to the behaviour of matter and energy (Daly & Farley, 2004). Unlike societal laws, physical laws are always complied with (Huerta, 2020). Therefore, there is not much we can do, other than understanding the laws of thermodynamics and conduct our behaviour knowing that they will always apply and will limit what we can do. Designers are both users and developers of different kinds of technology and artifacts. Technology is indeed an important part of the solution for the sustainability problem, but since the laws of thermodynamics will always apply, we have to understand their influence in the implementation of technology to make sure that our design decisions go in the right direction towards sustainability.

The four system conditions for sustainability of TNS clearly show us this right direction. These tasks may not be easy to achieve, but we need to do it if we want to become a sustainable society. Otherwise, collapse will occur. We definitely want to "...have the option of achieving a transition slowly by evolution rather than being forced to change suddenly through revolution." (Factor 10 Club, 1994). Since the Industrial Revolution, humans have been increasingly and systematically not allowing these conditions to be maintained. Therefore, the socio-ecological catastrophe that can be seen today and will continue rising up in the near future. It is of utmost importance to take action to stop the ecological disruption. Design for sustainability, respecting TNS's system conditions should fulfill these four principles. This could be read as follows. Design product systems (of goods and services) that do not contribute to: systematic increases of concentrations of substances extracted from the Earth's crust and substances produced by society in the biosphere; the degradation of nature by

Las leyes de la termodinámica explican cómo se comportan la materia y la energía. Necesitamos ser muy conscientes de las leyes de la termodinámica para entender cómo estamos físicamente ligados al comportamiento de la materia y la energía (Daly & Farley, 2004).

A diferencia de las leyes sociales, las leyes físicas siempre se cumplen (Huerta, 2020). Por lo tanto, no hay mucho que podamos hacer, aparte de entender las leyes de la termodinámica y conducir nuestro comportamiento sabiendo que siempre se aplicarán y limitarán lo que podemos hacer. Los diseñadores son usuarios y desarrolladores de diferentes tipos de tecnología y artefactos. La tecnología es de hecho una parte importante de la solución para el problema de la sostenibilidad, pero dado que las leyes de la termodinámica siempre se aplicarán, tenemos que entender su influencia en la implementación de la tecnología para asegurarnos de que nuestras decisiones de diseño van en la dirección correcta hacia la sostenibilidad.

Las cuatro condiciones del sistema para la sostenibilidad de TNS nos muestran claramente esta dirección correcta. Puede que estas tareas no sean fáciles de lograr, pero tenemos que hacerlo si queremos convertirnos en una sociedad sostenible. De lo contrario, se producirá el colapso. Definitivamente queremos "... tener la opción de lograr una transición lentamente por la evolución en lugar de vernos obligados a cambiar repentinamente a través de la revolución" (Factor 10 Club, 1994). Desde la Revolución Industrial, los seres humanos han estado permitiendo cada vez más y sistemáticamente que estas condiciones se mantengan. Por lo tanto, vemos la catástrofe socio ecológica de hoy, que seguirá aumentando en un futuro próximo. Es de suma importancia tomar medidas para detener la perturbación ecológica. El diseño para la sostenibilidad, respetando las condiciones del sistema de TNS, debe cumplir con estos cuatro principios. Esto podría leerse de la siguiente manera. Diseñar sistemas de productos (de bienes y servicios) que no contribuyan a: aumentos sistemáticos de las concentraciones de sustancias extraídas de la corteza terrestre y sustancias producidas por la sociedad en la biosfera; la degradación de la naturaleza por medios físicos; y condiciones que socavan sistemáticamente la capacidad de las personas para satisfacer sus necesidades humanas básicas.

Para cuidar el capital natural, nuestras sociedades deben adoptar un enfoque de sostenibilidad fuerte, en lugar del débil. Esto se debe a que el capital natural no puede ser reemplazado por ningún otro tipo de capital, como se ha demostrado ampliamente (por ejemplo, Hawken, Lovins & Lovins, 1999; Robèrt, 2002; Daly y Farley, 2011). Por lo tanto, las decisiones de diseño para la sostenibilidad deben asegurar que el capital natural se mantenga.

#### **DISEÑO PARA LA SOSTENIBILIDAD EN CHILE**

El compromiso de lograr el desarrollo sostenible ha sido demostrado, en diversos grados, por la mayoría de los países desarrollados desde que se acuñó este concepto (Hawken, Lovins & Lovins, 2000). Chile ya está en este camino y debería avanzar como miembro de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (Huerta,

*physical means; and conditions that systematically undermine people's capacity to meet their basic human needs.*

*In order to take care of natural capital our societies need to embrace a strong sustainability approach, instead of the weak one. This is because natural capital cannot be replaced by any other kind of capital, as it has been widely demonstrated (e.g. Hawken, Lovins & Lovins, 1999; Robèrt, 2002; Daly & Farley, 2011). Therefore, design decisions for sustainability must assure that natural capital is maintained.*

#### **DESIGN FOR SUSTAINABILITY IN CHILE**

*Commitment to achieve sustainable development has been shown, at varying degrees, by most developed countries since this concept was coined (Hawken, Lovins & Lovins, 2000). Chile is already on this track and should make progress as a member of the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) (Huerta, 2020). Member countries should report the environmental performance of their productive sectors (OECD, 2006). Chile is doing this as well.*

*Part of the Chilean progress towards sustainability is the recent enactment of law 20.192 Extender Producer Responsibility (EPR). This law obliges the producers of priority products (products subject to the law) to organize and finance the management of these products at the end of their useful life. Several concepts that come from life cycle thinking and which are present in the ISO standards about environmental management, are included in the EPR law. Taking a life cycle approach to design for sustainability allows understanding products (goods and services) as systems and eventually seeing the "big picture" about them in environmental terms. Besides the EPR law we can observe the Chilean State's determination in enabling the transition of the current electric grid mix, mostly based on fossil fuels, to one based mostly on non-conventional renewable energies. So far it can be said that Chile is already moving towards sustainable development.*

*The act of designing can be understood as devising "...courses of action aimed at changing existing situations into preferred ones." (Simon, 1996, p.111). The design professions are concerned with the artificial things, i.e., how to make artifacts with desired properties and how to design (Simon, 1996). The design professions should incorporate design for sustainability concepts in their daily operations, if we want to become a sustainable society. This means doing things different from standard design practice, and to consider TNS's system conditions as actual requirements during design processes.*

*But not just the design professions design. Everyone designs when devising courses of action aimed at changing existing situations into preferred ones, in Simon's words (1996). In Chile, in particular, most of the products that people use or consume on a daily basis are not made in Chile. Many of these things are not designed in Chile either. But by the means of selecting for purchasing, or making product specifications that will be designed or bought abroad we are designing too, according to Simon's definition. As an example, we can think of the EPR priority products. These are motor vehicle tires, batteries and used oil; and packaging, electric and electronic devices, and batteries and dry cells. With the exception of some proportion of packaging, none of these priority products are made or designed in Chile. The vast majority of them are imported. Nevertheless, we can still "design" these products, by means of making product specifications for purchase or fabrication of products that will be imported to the country. Again, design for sustainability principles can be used when designing, choosing and purchasing goods and services with the goal of advancing toward sustainability.*



2020). Los países miembros deben informar sobre el desempeño ambiental de sus sectores productivos (OCDE, 2006). Chile también lo está haciendo.

Parte del progreso chileno hacia la sostenibilidad es la reciente promulgación de la ley 20.192 de Responsabilidad Extendida del Productor (REP). Esta ley obliga a los creadores de productos prioritarios (productos sujetos a la ley) a organizar y financiar la gestión de estos productos al final de su vida útil. Varios conceptos que provienen del pensamiento del ciclo de vida y que están presentes en las normas ISO sobre gestión ambiental, están incluidos en la ley REP. Adoptar un enfoque de ciclo de vida del diseño para la sostenibilidad permite comprender los productos (bienes y servicios) como sistemas y, finalmente, ver el “panorama general” sobre ellos en términos ambientales. Además de la ley REP podemos observar la determinación del Estado chileno de permitir la transición de la actual combinación de redes eléctricas, en su mayoría basadas en combustibles fósiles, a una basada principalmente en energías renovables no convencionales. Hasta ahora se puede decir que Chile ya está avanzando hacia el desarrollo sostenible.

El acto de diseñar puede entenderse como idear “... cursos de acción enfocados en transformar las situaciones existentes en situaciones preferidas” (Simon, 1996, p. 111). Las profesiones del diseño se ocupan de las cosas artificiales, es decir, cómo hacer artefactos con las propiedades deseadas y cómo diseñar (Simon, 1996). Las profesiones del diseño deben incorporar conceptos de diseño para la sostenibilidad en sus operaciones diarias, si queremos convertirnos en una sociedad sostenible. Esto significa hacer cosas diferentes a las que conocemos como la práctica de diseño estándar, y considerar las condiciones del sistema de TNS como requisitos reales durante los procesos de diseño.

Pero no solo las profesiones del diseño se dedican a diseñar. En palabras de Simon (1996), todo el mundo diseña a la hora de idear líneas de acción enfocadas en transformar las situaciones existentes en las preferidas. En Chile, en particular, la mayoría de los productos que las personas usan o consumen a diario no se fabrica en Chile. Muchas de estas cosas tampoco están diseñadas en Chile. Pero por medio de seleccionar para la compra, o definir especificaciones de productos que serán diseñados o comprados en el extranjero, estamos diseñando también, de acuerdo con la definición de Simon. Como ejemplo, podemos pensar en los productos prioritarios REP. Se trata de neumáticos, baterías y aceite usado de vehículos motorizados; envases y embalajes, aparatos eléctricos y electrónicos y pilas y baterías de uso doméstico. Con la excepción de cierta proporción de envases, ninguno de estos productos prioritarios se fabrica ni se diseña en Chile. La gran mayoría es importada. Sin embargo, todavía podemos “diseñar” estos productos, mediante la elaboración de especificaciones de productos para la compra o fabricación de productos que serán importados al país. Una vez más, los principios de diseño para la sostenibilidad se pueden utilizar al diseñar, elegir y comprar bienes y servicios con el objetivo de avanzar hacia la sostenibilidad.



**ÓSCAR HUERTA**

PROFESOR ASISTENTE, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE, ESCUELA DE DISEÑO Y CENTRO DE ENERGÍA.

ASSISTANT PROFESSOR, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE, SCHOOL OF DESIGN AND UC ENERGY RESEARCH CENTER.


## REFERENCIAS / REFERENCES

- Anderson, R. & White, R. (2010). *Business lessons from a radical industrialist*. New York: St. Martin's Griffin.
- Azar, C., Holmberg, J. & Lindgren, K. (1996). Socio-ecological indicators for sustainability. *Ecological economics*, (18), 89-112.
- Barbier, E. B. (1994). Valuing environmental functions: tropical wetlands. *Land Economics*, pp. 155-173. University of Wisconsin Press. Retrieved on March 30, 2021 from <https://www.jstor.org/stable/3146319>
- Braungart, M., McDonough, W. & Bollinger, A. (2007). Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions - a strategy for eco-effective product and system design. *Journal of Cleaner Production*, 15, 1337-1348.
- Daly, H. E. & Farley, J. (2011). *Ecological economics principles and applications*. NW Washington, DC: Island Press.
- Dietz, S. & Neumayer, E. (2007). Weak and strong sustainability in the SEEA: concepts and measurement. *Ecological Economics*, (61), 617-626. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2006.09.007
- Elkington, J. (2004). Enter the triple bottom line. In A. Henriques & J. Richardson (Eds.), *The triple bottom line: does it all add up?* (pp. 1-16). Retrieved from: <http://www.johnelkington.com/TBL-elkington-chapter.pdf>

#### CURRÍCULUM DEL AUTOR

Óscar Huerta es un investigador, diseñador y profesor chileno que se especializa en la evaluación del desempeño ambiental y socioeconómico de los sistemas de productos, y en el diseño o rediseño de dichos sistemas con el fin de minimizar los impactos negativos y maximizar su desempeño socioeconómico. Huerta trabaja en la Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Diseño y Centro UC de Energía, donde realiza investigación, docencia, servicio y consultoría. Anteriormente, trabajó en The Sustainability Consortium, Estados Unidos de América, como investigador sobre los impactos de ciclo de vida y sostenibilidad de productos, con un foco en productos forestales (por ejemplo, papel, cartón, madera).


El Dr. Huerta es un ponente frecuente en foros nacionales e internacionales sobre los temas de diseño para la sostenibilidad, economía circular, responsabilidad extendida del productor, ecodiseño, evaluación del ciclo de vida y diseño estratégico de sistema-envase.

Huerta colabora con múltiples entidades, incluyendo agencias gubernamentales, organizaciones no gubernamentales, empresas y universidades internacionales. Entre estos, destacan el Ministerio del Ambiente de Chile (MMA), el Instituto Nacional de Normalización (INN), la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), ONU-CEPAL, Fundación Chile, Watt's S.A., Centro de Envases y Embalajes de Chile (CENEM), University College Dublin y Arizona State University. 

#### CV RESUME

Óscar Huerta is a Chilean researcher, designer and professor who specializes in the assessment of the environmental and socioeconomic performance of product systems, and in designing or redesigning such systems in order to minimize negative impacts and maximize socioeconomic performance. Prof. Huerta works at Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC), School of Design and Energy Research Center, where he conducts research, teaching, service and consultancy. Formerly, he had been employed at The Sustainability Consortium, United States of America, as a researcher on product life cycle impacts and sustainability with a focus on forestry products (e.g. paper, cardboard, lumber).

Dr. Huerta is a frequent speaker at national and international forums on the topics of design for sustainability, circular economy, extended producer responsibility, ecodesign, life cycle assessment and strategic design of packaging systems.

Huerta collaborates with a number of entities, including government agencies, non-governmental organizations, companies and international universities. Among these, most notable are the Ministry of the Environment of Chile (MMA), the National Institute of Normalization (INN), the National Research and Development Agency (ANID), UN-ECLAC, Fundación Chile, Watt's S.A., Chilean Packaging Center (CENEM), University College Dublin and Arizona State University. 

- Factor 10 Club (1994). Carnoules Declaration. Carnoules: France. Retrieval from: <http://www.factor10-institute.org/>
- Goodland, R. (1995). The Concept of environmental sustainability. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 26, 1-24.
- Hawken, P. (2010). *The ecology of commerce*. (Revised ed.). New York, NY: Harper-Collins Publishers.
- Huerta, O. (2014). Integrating environmentally responsible design with life cycle assessment in product and process development for sustainability. (Order No. 3619907, Arizona State University). ProQuest Dissertations and Theses, 238. Retrieved from <http://search.proquest.com/docview/1537054306?accountid=35915>. (1537054306).
- Huerta, O. (2020). Ecodiseño de envases para una economía circular. *RChD: creación y pensamiento*, 5(9), 1. <https://doi.org/10.5354/0719-837X.2020.58303>
- Keoleian, G. A., Menerey, D. & Curran, M. A. U.S. Environmental Protection Agency, Risk Reduction Engineering Lab. (1993). *Life cycle design guidance manual: environmental requirements and the product system* (EPA/600/R-92/226). Retrieved from U.S. Environmental Protection Agency website: <http://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=30002PR5.txt>
- Neumayer, E. (2003). *Weak versus strong sustainability: exploring the limits of two opposing paradigms*. Second edition. Northampton: MA. Edward Elgar Publishing Limited.
- OECD/ECLAC (2006). Nature Conservation and Biodiversity, in *OECD Environmental Performance Reviews: Chile 2005*, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264009684-5-en>
- OECD (2010). Agreement on the terms of accession of the Republic of Chile to the convention on the organisation for economic co-operation and development. OECD Publishing. Retrieved from: <https://www.oecd.org/chile/chilesaccessiontotheoecd.htm>
- Robèrt, K. H. (2002). *The natural step story: Seeding a quiet revolution*. Gabriola Island, Canada: New Society Publishers.
- Simon, H. A. (1996). *The sciences of the artificial* (3rd ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
- United Nations (1987). *Our Common Future*, Chapter 2: Towards Sustainable Development. Report of the World Commission on Environment and Development.
- United Nations Environment Programme/Society of Environmental Toxicology and Chemistry, Life Cycle Initiative (2011). *Towards a life cycle sustainability assessment* (ISBN: 978-92-807-3175-0).
- White, P., St. Pierre, L. & Belletire, S. (2013). *Okala Practitioner: Integrating ecological design*. Portland, OR: IDSA.
- Zamagni, A., Pesonen, H. & Swarr, T. (2013). From LCA to Life Cycle Sustainability Assessment: concept, practice and future directions. *International Journal of Life Cycle Assessment* 18, 1637-1641. doi:10.1007/s11367-013-0648-3