

Conceptualización de productos sostenibles. Cómo y cuándo aplicar ecodiseño.

Andrés Concejero Rodilla y Curro Galván García
Instituto de Diseño y Fabricación. Universidad Politécnica de Valencia

RESUMEN

El diseño y fabricación de productos sostenibles es uno de los retos a los que las empresas deben hacer frente. El proceso de diseño resulta ser el principal motor de mejora para eliminar los impactos medioambientales ocasionados en la fabricación y comercialización de productos. Desde el punto de vista metodológico, resulta irónico que la fase donde se definen las cualidades físicas de un producto, fase de conceptualización, es una de las menos exploradas desde la teoría del ecodiseño (Lofthouse, 2004). Vicky Lofthouse de la Universidad de Loughborough realizó un interesante estudio en esta línea para determinar las características que debería tener una metodología de ecodiseño para diseñadores. En esta investigación se sentaron las bases teóricas para definir la forma que debería tener una herramienta de ecodiseño para diseñadores. El presente artículo seguirá esa línea para determinar por un lado cómo y cuándo se debería proporcionar esa información, analizando la fase de conceptualización, y por otro, qué tipo de información sería útil proporcionar a través del análisis cualitativo de las metodologías de ecodiseño existentes.

INFORMACION DEL ARTICULO

Palabras clave: conceptualización, ecodiseño, sostenibilidad, diseño de producto
ISSN: 2254-2272

Designiopress.com. Sendemá Editorial. Instituto de Diseño y Fabricación

LICENCIA

© Designiopress.com. Sendemá Editorial. Instituto de Diseño y Fabricación

1. Introducción

Se conoce que es mucho más sencillo y eficaz la aplicación de mejoras ecológicas en las primeras fases del diseño de producto (Hallstedt et al., 2010, Bhamra et al., 2001). La aplicación de criterios medioambientales en estas primeras fases de definición hace que se obtengan innovaciones radicales a los problemas de diseño expuestos. Para esto, el ecodiseño debe ser entendido dentro de la organización como un plan estratégico. De esta forma, se podrá crear el marco correcto para la innovación (Alakeson y Sherwin, 2004), donde los objetivos estén claramente determinados por la dirección y puedan ser compartidos por parte del equipo que debe desarrollar el producto (Boks, 2006)

Los diseñadores finalmente son los responsables de las características iniciales del producto. Lofthouse pudo definir cuales son las tareas de los diseñadores en el ecodiseño, concluyendo que son básicamente las mismas que en el desarrollo tradicional de productos (Lofthouse, 2004): generar ideas y desarrollar conceptos de diseño, aumentar el alcance de los proyectos,

desarrollar conceptos que se ajusten al propósito, agradables y fáciles de usar. Por último, aplicar el conocimiento sobre procesos de fabricación y materiales para que los conceptos de diseño sean eficientes y rentables de producir.

En los últimos años el ecodiseño se ha centrado en las metodologías basadas en el Análisis del ciclo de Vida (ACV). El ACV se ha convertido en estándar para la aplicación de criterios medioambientales en el desarrollo de productos, en parte, por la proliferación de aplicaciones informáticas con módulos basados en este análisis (Dassault SolidWorks 2012, Autodesk Inventor 2010, CES Edupack, etcétera), así como el aumento de la enseñanza de este método en las escuelas universitarias (Boks y Diehl, J.C., 2006) por la profundidad del análisis y el carácter teórico del método. Este factor ha hecho que otras aproximaciones menos técnicas, y por tanto más sencillas de aplicar en las primeras fases de diseño de producto, tengan menos repercusión dentro del campo del diseño. Son varios los autores que comienzan a ver que el ACV no es una herramienta que pueda servir para todos, ni para todo (Collado-Ruiz, 2010, Lofthouse, 2004, Petala et

al., 2010). Se comienza a advertir que la correcta aplicación de un ACV requiere de tiempo, conocimientos específicos e información sobre las especificaciones del propio producto a analizar, por lo que es considerado como un problema a la hora de aplicarlo como método para ecodiseño en las primeras fases del diseño de productos.

La herramienta "*Information/ Inspiration*" de la Universidad de Loughborough (2006-2008) fue pionera en la definición de las bases teóricas y características que debería tener un método hecho a medida para diseñadores. El estudio de las idiosincrasias del campo del diseño y los diseñadores como profesionales (conocimientos, forma de trabajar, tipo de pensamiento, etcétera) ya fueron anteriormente motivo de estudio (Eckert, 2000)(IDSA, 2003). Pero la implementación de la herramienta "*Information/ Inspiration*" fue el primer caso práctico donde se utilizaron estas conclusiones. En el artículo "*Ecodesign tools for designers: defining the requirements*" se hace un análisis de las capacidades que el diseñador desarrolla durante su educación y práctica profesional, con esta información se estipularon los requerimientos de una herramienta pensada para que los diseñadores pudieran aplicar criterios medioambientales a nuevos productos (Lofthouse, 2006). Gracias al trabajo de campo realizado en grandes empresas como Electrolux, la investigación de Lofthouse se centró en la forma que debía tener esa información, basada en las habilidades y capacidades que los diseñadores desarrollan, pero dejando en segundo plano la recopilación de la propia información que suministrar a los diseñadores. En la materialización de la herramienta "*Information/ Inspiration*" falta concreción a la hora de elegir los contenidos y profundidad en los que se consideran más importantes para la fase de conceptualización.

Otras soluciones como el Protocolo "*Cradle to Cradle*" han perdido su potencial metodológico para acabar funcionando como una certificación privada. Ésta está determinada por unos criterios de difícil aplicación que requieren de la ayuda externa de un verificador nombrado por los autores del protocolo. No obstante, los conceptos del libro "*Cradle to Cradle: remaking the way we make things*" siguen siendo lógicos desde un punto de vista teórico y por lo tanto válidos para ser aplicados en el presente documento. Se entenderá su teoría del ciclo de nutrientes como base para definir la relación entre el diseño y el fin de vida de los productos. Exceptuando estas dos herramientas, y en concreto

"*Information/ Inspiration*", los demás métodos resultan muy tediosos para este tipo de profesional produciendo frustración durante su aplicación por el alto consumo de tiempo y falta de información relativa al proyecto. Parece que la mayoría de los prescriptores de métodos de trabajo de ecodiseño no hayan estado ligados al desarrollo de conceptos y no hayan sabido "hablar" el mismo lenguaje que los diseñadores. Este fallo en la comunicación entre los métodos para diseñadores y los propios diseñadores hace que las metodologías de ecodiseño no se utilicen más que en el terreno teórico durante la formación académica y por obligación. Esto no quita que los diseñadores se sigan sintiendo responsables de los residuos y problemas ambientales que sus decisiones producen. Autores como Vicky Lofthouse o Michael Braungart, repiten esta acusación fundada, en varias de sus publicaciones (Braungart et al., 2007, Lofthouse, 2003, Borsboom, 1991). Finalmente los diseñadores de concepto y los diseñadores industriales se encuentran con las mismas armas que los ingenieros de producto para implementar soluciones sostenibles, cuando

la información con la que éstos cuentan para desarrollar su labor es mucho mayor.

2. Cuándo aplicar criterios de sostenibilidad. El proceso de diseño y el rol del diseñador.

Mediante el estudio de la literatura existente sobre el proceso de diseño, sus fases y subfases identificaremos el mejor momento para aplicar criterios de sostenibilidad. De manera que su aplicación sea lo menos "invasiva" posible y que el diseñador haga uso de la herramienta sin cambiar su forma de trabajar. Para ello también se analizarán las herramientas que se manejan en esta primera fase del proyecto.

Según Gero (2004) el proceso de diseño no se divide en fases concretas donde se deba realizar una u otra tarea, sino que habla del proyecto como la sucesión de fases que van aumentando el conocimiento que se tiene sobre el objeto a producir. Las tres fases que se podrían diferenciar durante un proceso de desarrollo serían "*Function, Behaviour and Structure*" (FBS). En estas fases el conocimiento sobre el producto final siempre crece, de manera que en la primera fase se sientan las bases del producto, en el segundo se determinan la personalidad y características, y en la tercera fase se le da forma. Estos espacios de información no se pueden llenar hasta que el espacio anterior no está completo, es lo expuesto por el modelo C-K de Hatchuel y Weil (Hatchuel, A & Weil, B, 2003). Una vez completados los primeros espacios de conocimiento del proyecto, existe más información sobre los parámetros físicos del producto (peso, dimensiones, características técnicas, detalles constructivos, etcétera). Sin estos datos resulta tedioso, y a veces imposible, la aplicación de los actuales métodos de ecodiseño, tanto las aproximaciones más conservadoras basadas en la ecoeficiencia (Collado, 2010) como los nuevos planteamientos sobre la ecoeficacia de los principios del "*Cradle to Cradle*" (C2C) (Braungart et al, 2007).

T.J. Howard (T.J. Howard, 2008) tras analizar a veintitrés autores que hablan de las fases del proyecto de ingeniería, desde 1967 hasta 2006, concluye con un modelo de seis etapas donde todos los autores coinciden aunque no sea con la misma nomenclatura: establecimiento de la necesidad, fase de análisis de la tarea, diseño conceptual, fase de materialización del diseño, diseño de detalle y la fase de implementación. Tras este modelo lineal basado en la idea tradicional de proyecto de diseño hace una analogía del modelo de Gero y la estructura del proyecto tradicional (fig. 1).

Tanto la primera fase como la segunda será donde el diseñador deba aplicar sus conocimientos. La fase de materialización del diseño y de diseño de detalle están más cercanas a la ingeniería del producto que al diseño del mismo. Según Vicky Lofthouse (2004), los diseñadores de concepto e industriales se valen de las mismas herramientas de ecodiseño, en esas fases preliminares, que los ingenieros de producto en la definición de las características técnicas del mismo (Lofthouse, 2004). Lofthouse define, gracias a la observación y el estudio de la literatura existente, las habilidades y forma de pensar de los diseñadores industriales frente a los ingenieros industriales. Muestra sobre un gráfico las habilidades desarrolladas en menor y mayor medida para ambas profesiones (fig. 2).

Según varios autores, Lofthouse entre ellos (Lofthouse et al., 2004, Lawson, B, 1990, Cooper, R & Press, M, 1995) la habilidad más importante desarrollada por el diseñador es el

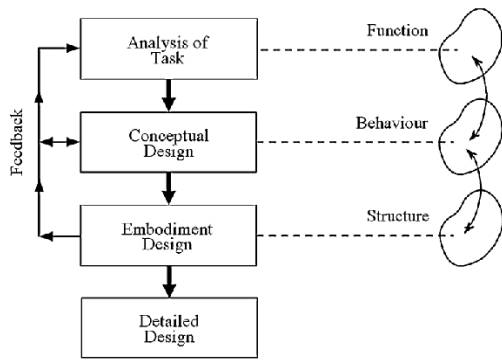


fig 1. Esquema del proyecto de diseño según J. Howard

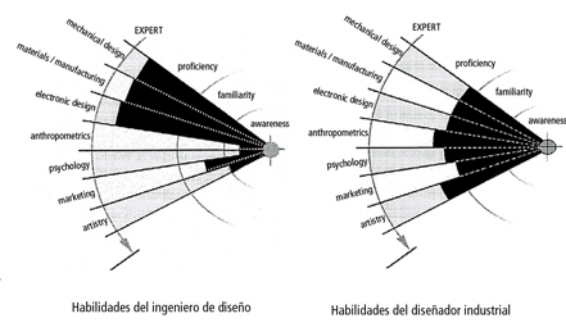


fig 2. Gráfico de comparación de habilidades de los diseñadores e ingenieros

control de los dos tipos de pensamiento, el convergente (racional, razonado, lógico utilizado para la resolución de problemas) y el divergente (imaginativo, intuitivo, desestructurado, a veces sin un propósito determinado, es el pensamiento de la creatividad más artística). Esta comparativa entre las capacidades de los ingenieros y diseñadores hace comprensible la frustración de los diseñadores al intentar aplicar las herramientas actuales, más indicadas para el pensamiento convergente de los ingenieros que disponen de mayor cantidad de información sobre el proyecto.

La fase de conceptualización, que según T. J. Howard (2008) se encuentra entre el análisis de la tarea (definición de la o las funciones del producto) y la materialización del diseño (período de definición de la estructura) es la encargada de desarrollar el comportamiento del producto y el carácter del mismo, lo que le hará especial entre todos los demás productos de su clase. El componente creativo que lleva asociada la fase de conceptualización del producto requiere de un análisis de las características y subfases. En esta fase no solo tienen gran importancia las herramientas de ayuda en el proceso de conceptualización, como el dibujo y el desarrollo de modelos tanto informáticos como físicos, sino la naturaleza de la información de ayuda empleada y la manera en que ésta es gestionada. Las herramientas de conceptualización pueden ser informativas sobre el proyecto, por un lado, y de materialización y evaluación de las ideas, por otro.

Esta fase debe comenzar con un documento donde se haga oficial el encargo al diseñador, ya sea por parte de la empresa promotora del nuevo producto o externo a la misma. A este documento se le suele llamar en el ámbito del diseño "brief" o "briefing". Xènia Viladàs en su libro "Diseño Rentable" hace una reflexión sobre la función del briefing como inicio de la relación contractual entre la empresa y diseñador. En él se especificarán todos los parámetros que el producto deba cumplir al final del proyecto, limitará las condiciones del encargo y servirá para medir los resultados obtenidos por el diseñador. (Viladàs, 2008). La cantidad de información que el briefing debe contemplar depende del proyecto, la estrategia de producto de la empresa y los resultados que se esperan conseguir con él. Citando a Margaret Bruce de la Universidad de Manchester, (Bruce, et al., 1999):

"The designer needs to have marketing information, such as details of the target market, the competition, the intended price points, the objectives underlying the proposed design; details of the mode of production and plans and time-scales for implementation"

Cooper and Press sugieren que un brief de diseño debe contener al menos la siguiente información (Cooper y Press, 1995):

*" Background to the Company;
The Design Problem;
Design Specifications, Product Attributes;
Consumer And Market Information;
Costs, Budgets;
Timescales".*

Los diseñadores de concepto necesitan referencias y fuentes de inspiración que faciliten el proceso de conceptualización, entre otras cosas, para que el nuevo producto resulte original y cumpla con las expectativas del mercado en el que se va a introducir. Por lo tanto, el siguiente paso deberá ser el estudio de los antecedentes de productos de la misma tipología, o referentes de otros sectores que puedan resultar útiles al diseñador para la búsqueda de inspiración. Estudios como el de Eckert (2000), de la Universidad de Cambridge, donde se estudió la forma de trabajar de los diseñadores conceptuales en el sector de la moda, demuestran la importancia del trabajo con imágenes para dar solución a problemas estilísticos o funcionales de diseño. Mediante la observación de la forma de trabajar de estos profesionales, Eckert advierte que la referencia a imágenes es constante en su lenguaje, tanto para explicar ideas propias como para comprender ideas de otros. Por este motivo, es muy interesante que quien realice el encargo ofrezca los antecedentes con los que se desea competir con el nuevo producto para que el diseñador tenga una idea de las características de los productos existentes en el mercado. Una de las herramientas utilizadas en esta subfase es la técnica del moodboard, una herramienta colaborativa que facilita la inspiración y la creatividad como fuente de análisis, pero con el enfoque objetivo propuesto en el briefing. Se basa en la distribución de imágenes sugerentes sobre una pizarra o

similar, sobre materiales, antecedentes, esculturas, pinturas, todo lo que pueda resultar interesante para el proyecto. Esto ayuda a tener una visión global del problema y contextualizar el diseño. También puede ayudar a conocer los gustos, aficiones y estilo del público objetivo al que irá dirigido el producto.

Tras conocer todo el entorno y sus características el diseñador estará listo para comenzar a plasmar las ideas generadas. En palabras de Vicky Lofthouse referente a la actitud de los diseñadores una vez tienen claro el concepto a diseñar (Lofthouse, V. 2004):

"Once industrial designers have been given a brief for a project, they 'pick it up and run with it'. More often than not, their first hunches for solutions are drawn from their stored tacit knowledge, gained from previous design projects and from design education".

Las herramientas de conceptualización como el dibujo y los modelos de trabajo sirven de apoyo para el proceso de generación y maduración de ideas. El documento de briefing, con las especificaciones del encargo servirá de guía y de ésta manera se podrá aplicar las limitaciones que vengan impuestas por el cliente. Mediante el proceso de generación de bocetos y modelos se perfilan las características formales y funcionales del nuevo concepto, para que en la siguiente fase del desarrollo se trabaje en el diseño de detalle.

3. Cómo aplicar criterios de sostenibilidad. Metodologías de ecodiseño existentes:

Para conocer la forma de presentar el contenido de las herramientas de ecodiseño para diseñadores se debe revisar el trabajo de Vicky Lofthouse en su artículo "Ecodesign for designers: defining the requirements" de 2006. Lofthouse habla del canal por el que difundir la herramienta y las características que debe tener la información presentada. A grandes rasgos una herramienta para diseñadores debe ser difundida por internet, por ser uno de los medios más extendidos para la búsqueda de información que utilizan los diseñadores. Debe guiar durante el proceso, no ser demasiado estricta, ni limitar la creatividad de los diseñadores y entorpecer el flujo de trabajo tradicional del proyecto de diseño. En cuanto a la presentación de la información, debe ser muy visual, como se comentó anteriormente, Eckert (2000) ya dijo que los diseñadores piensan y se comunican con imágenes, por lo que una herramienta de ecodiseño pensada para ellos debe hablar ese mismo lenguaje. En esta línea Lofthouse (2006) comenta que la información escrita necesaria para aumentar la información del mensaje debe ser concisa, siempre que no sea necesario evitar términos excesivamente técnicos.

Esto nos da la idea de cómo, en cuanto a estilo, debe ser una metodología para diseñadores. Pero lo que de verdad hará eficiente la integración de parámetros medioambientales será el propio contenido de la misma. Para ello analizaremos a continuación varias metodologías muy extendidas

Estrategias de diseño respetuoso con el medio ambiente.

En primer lugar las técnicas del llamado "Design for X" no se entienden por sí solas como una metodología de ecodiseño, pero sí que son empleadas como herramientas

para el desarrollo de las estrategias de diseño respetuoso con el medioambiente (Brezet y Van Hemel, 1997). Van Hemel expone sus estrategias sobre un gráfico radial donde se indica como se debe proceder en el diseño de un nuevo producto, siempre basándose en los productos existentes. Las estrategias de diseño respetuoso con el medioambiente son una serie de recomendaciones para los diseñadores que se deberían tener en cuenta a la hora de definir las características formales y funcionales de un producto. No se especifica cómo se deberían aplicar los ocho puntos de una forma concreta, si no que de cada punto se amplían otros cuatro o cinco más, lo que hace difícil una aplicación metódica por parte de los diseñadores. Pueden ser útiles para sentar las bases de la definición previa del producto.

Análisis de Ciclo de Vida

Actualmente las herramientas metodológicas más relevantes para la aplicación de criterios medioambientales en el desarrollo de producto son las basadas en el Análisis del Ciclo de Vida del producto (ACV) (Jeswiet y Hauschild, 2005; Germani et al., 2004; Nielsen y Wenzel, 2002; Erzner et al., 2001; Krozer y Vis, 1998). La herramienta en sí analiza con cierta profundidad todos los posibles impactos que un producto tendrá sobre su entorno en cada una de las fases de su vida útil Krozer y J.C. Vis (1998) lo definen como:

"Life Cycle Assessment (LCA) is a tool for quantitative assessment of materials, energy flows and environmental impacts of products, services and technologies. LCA is booming, many designers and managers work with it."

Según los mismos autores los pasos para aplicar un ACV de forma correcta serían los siguientes:

"... LCA starts with (1) definition of the functional unit, then (2) a quantitative inventory of all inputs and outputs is performed, followed by (3) classification and impact assessment and, finally, (4) evaluations ..."

En los últimos años se están viendo carencias en estos métodos basados en el ACV (Millet et al., 2007; Sousa y Wallace, 2006; Erzner y Birkhofer, 2002; Jönbrink et al., 2000). Collado y Ostad (2009), enumeran cuatro razones en las que se basan los detractores del Análisis del Ciclo de Vida:

- *"performing an LCA is a time-consuming task that is difficult to fit in the product development process,*
- *a correct LCA requires much information, not generally available in the initial stages. Later on, that information is available, but the results of an LCA are no longer as useful,*
- *LCA involves complex modeling, which does not necessarily go hand-in-hand with the models used during design,*
- *LCA is a complex task that generally requires special training, and*
- *there is always some level of uncertainty in the results, although the apparent exactness may be a source of over-confidence".*

Basado en este modelo del ACV se encuentra el Manual Práctico de Ecodiseño, Operativa de Implantación en 7 pasos, (IHOBE, S.A. Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Gobierno Vasco, 2000). Especialistas en ecodiseño de varias instituciones y empresas apoyan y aplauden esta iniciativa,

Rieradevall y Domenèch de la Escola Superior de Disseny Elisava dijeron esto sobre el manual (IHOBE, S.A. Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Gobierno Vasco, 2000):

“... Buena estructuración de la información de todas las consideraciones internas y externas que son necesarias para realizar un proyecto de ecodiseño.

El concepto de factores motivantes facilitará el proceso de incorporación del ecodiseño en las políticas de las empresas.

Resulta muy interesante y novedoso la incorporación de ejemplos de ecodiseño reales y adaptados a las características locales. Es de destacar el esfuerzo de sistematización que ofrece la guía sobre el proceso de ecodiseño que puede facilitar su uso por parte de las PYMES.”

El análisis de estos dos autores sobre el manual nombra varias de las características más interesantes del mismo. La disposición de la información teórica, sobre el ciclo de vida del producto, con un claro enfoque empresarial, especificando los tiempos que se dedicarán en cada fase del proyecto para aplicar los criterios de ecodiseño, hacen comprensible y atractiva su utilización para el público al que se dirige la herramienta.

Mediante tablas se puede tener un orden de magnitud del impacto medioambiental causado por un proceso de fabricación o material. Una vez realizada esta selección se utiliza un documento donde se puede evaluar la huella final del producto.

Este manual aunque haya sido de gran utilidad para introducir criterios medioambientales en las PYMES del País Vasco, y pueda ser entendido como una herramienta de Ecodiseño, tiene defectos para su aplicación por diseñadores de concepto o industriales en las primeras fases del proyecto. Además de tener las mismas deficiencias descritas por Collado y Ostad (2010) del Análisis del Ciclo de Vida, el IHOBE se centra en las ideas de mejora, por lo que resulta compleja su aplicación para productos realmente innovadores donde no existan referentes anteriores. Según el modelo de eco-innovación de Brezet (1997) existen varios niveles para la innovación de nuevos productos en cuanto a ecodiseño. En el primero y menor de los niveles de eco-innovación se encuentra el rediseño de productos para hacerlos más sostenibles, este es el modelo centrado en ideas de mejora. El mayor de los niveles de eco-innovación donde se mejora todo el sistema necesita de nuevos conceptos de productos y un enfoque proactivo por parte de la dirección para apoyar nuevas medidas en cuanto a sostenibilidad (Baumann, , F. B. y Bragd, 2002), aspecto que no facilita el Manual IHOBE. Otra de las faltas del Manual IHOBE es uno de los primeros pasos del desarrollo, donde se pide definir las partes de un producto que aún no ha sido diseñado (Aspectos Ambientales, IHOBE, S.A. Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Gobierno Vasco, 2000). Esto puede ser entendido como una limitación a la creatividad para la conceptualización de nuevas soluciones de diseño. En el ejemplo del Manual se nos indica en el estudio del sistema de una cafetera que esta va a llevar filtros para el café, limitando soluciones más innovadoras que puedan utilizar otras soluciones para colar café. El exceso de información sobre el producto que hay que determinar en estas primeras fases del desarrollo, hace que se restrinja la creatividad del diseñador (Collado, 2010) que debe afrontar el nuevo problema de diseño con ideas preconcebidas de cómo debe ser el mismo.

Por otro lado el Eco-Indicador 99, base del Manual

para determinar el impacto del nuevo diseño, es un buen sistema para saber el rango de impacto ambiental al elegir uno u otro material y proceso de producción.

Information / Inspiration

El trabajo teórico del grupo de Vicky Lofthouse se materializó en la herramienta de Information / Inspiration (2006/ 2008). Está planteada en dos fases, como indica su nombre. En la primera se informa sobre métodos de ecodiseño, basados en el ciclo de vida del producto o las ideas de mejora principalmente, y en la segunda, se muestran ejemplos de productos en los que se han introducido parámetros medio ambientales. Resulta interesante como aplicación didáctica y educativa para los diseñadores de producto, ya que la herramienta se ha convertido en una base de datos de métodos de ecodiseño que pueden utilizar los diseñadores y de productos que sentaron la base para las soluciones constructivas de cada tipología. Por otro lado los diseñadores requieren de limitaciones e información aplicable al propio proyecto, hecha a medida, no información generalista sobre multitud de herramientas que requieren de un aprendizaje para su aplicación (Boks, 2006). Vicky Lofthouse (2006) especifica el contenido que debe tener una herramienta de ecodiseño para diseñadores:

“The ‘Information’ provided by the tool was presented via six categories; ‘general’, ‘materials’, ‘recycling’, ‘production’, ‘use’ and ‘packaging’...”

“The aim of ‘Inspiration’ was to encourage, inspire and educate designers, by providing them with product examples of ecodesign work, to help them build up their tacit ecodesign knowledge, and/or support idea generation at the beginning of an ecodesign project. The examples provided in ‘Inspiration’ were selected on an inclusive rather than exclusive basis, due to the fact that there are a limited number available and very few examples per industry sector.”

Cradle to Cradle

Por último una de las perspectivas más novedosas dentro del ecodiseño es la que nos ofrece el protocolo Cradle to Cradle, de McDonough y Braungart (2002). Esta nueva visión no es radicalmente novedosa, sino que aplica conceptos utilizados por otros métodos de ecodiseño desde un punto de vista más estricto. Los autores aplican una lógica más biónica al proceso de diseño y sobre todo a los ciclos de los materiales en la industria. Su modelo se basa principalmente en tres pilares: los productos deben ser ecológicos, rentables y socialmente responsables. Desde el punto de vista ecológico los criterios a aplicar son principalmente tres:

- Una rigurosa elección de materiales reciclados y reciclables, sin sustancias tóxicas en su composición y sin que pierdan calidad durante los ciclos en los que se vean empleados en la fabricación de productos. Se busca cerrar dos ciclos de materiales, uno biológico y otro técnico. En el metabolismo técnico se encontrarían los nutrientes técnicos que según McDonough y Braungart (2002) son: “un material o un producto que ha sido diseñado para volver al ciclo técnico, al metabolismo industrial en el que se originó”. El metabolismo biológico esta relacionado con el concepto de cero desperdicios, es aquí donde interviene el término de

infraciclaje ("downcycling") y supraciclaje ("upcycling"). El libro "Cradle to Cradle, remaking the way we made things" está escrito de una forma muy literaria, buscando impactar y convencer al lector más que determinar cuales son los pasos que un profesional del diseño debería dar para aplicar su protocolo. En esta línea, la definición de infraciclaje y supraciclaje queda poco clara, citando a los propios autores:

"... Some materials are recycled, but often as an end-of-pipe solution since these materials are not designed to be recycled. Instead of true recycling, this process is actually downcycling, a downgrade in material quality, which limits usability and maintains the linear, cradle-to-grave dynamic of the material flow system." (Braungart, W. M. y Bollinger, 2007)

Encontramos una definición concisa y pragmática en un artículo de Stouthuysen y le Roy (2010):

"Downcycling":

"The practice of recycling a material in such a way that much of its inherent value is lost (e.g. Recycling plastic into park benches)."

"Upcycling":

"The practice of recycling material in such a way that it maintains and/or accrues value over time (the opposite of downcycling)."

Para el protocolo C2C la elección de materiales es el único punto que requiere de un método. Se trata de realizar tres listas atendiendo a la idoneidad medioambiental de los mismos. La primera de las listas contiene los materiales tóxicos que no deben ser aplicadas en el producto, llamada la lista X (McDonnough y Braungart, 2002), según los autores:

"... la lista X incluye las sustancias más problemáticas, las que son teratógenas, matógenas, cancerígenas, o dañinas de otras maneras, directas y obvias, para la salud humana y ecológica. También incluye las sustancias sobre las que existen fuertes sospechas de ser dañinas de estos modos que sean peligrosas..."

Pero para un uso práctico, sería de mayor utilidad para el diseñador disponer de una base de datos con materiales previamente certificados. Otro de los aspectos importantes de la metodología es la importancia que recibe el diseño para el desensamblaje, factor fundamental para la recuperación de materiales. Aunque, en este sentido, el protocolo tampoco proporciona información útil, como casos ejemplificados o clasificación de principios o elementos de unión que faciliten este proceso. Paralelamente a la labor de certificación de los autores del protocolo, existe una Organización sin Ánimo de Lucro llamada *Cradle to Cradle Innovation Institute* donde se fomenta el uso de esta certificación y se exponen ejemplos de productos certificados pero los productores no proporcionan demasiada información de por qué son sostenibles.

En la tabla 1 se muestra, de forma resumida, los datos más relevantes para la implementación de una herramienta para diseñadores de concepto que pueda ser utilizada en las primeras fases del diseño de producto. Se analizará los conocimientos necesarios sobre el proyecto para poder aplicar cada metodología, las habilidades y factores a favor y en contra

desde el punto de vista de la conceptualización de productos.

4. Conclusiones

Tras el análisis de la literatura existente sobre el proceso de conceptualización en el diseño de productos sostenibles y las metodologías de ecodiseño se puede realizar una aproximación a las características que debería tener una herramienta metodológica para aplicar en las primeras fases del proyecto.

En primer lugar, se deberían aplicar los criterios teóricos planteados en el artículo de Lofthouse (2006) sobre la definición de los requerimientos de una herramienta de ecodiseño para diseñadores. La herramienta se deberá difundir por internet, será una guía para los diseñadores y no un nuevo paso impuesto que añadir a su rutina de trabajo, la comunicación de la información ofrecida por la misma debe ser visual, el lenguaje claro, conciso y lo menos técnico posible.

A pesar de que la herramienta desarrollada por Lofthouse tiene estas premisas en cuenta, la información facilitada es escasa e insuficiente para la solución de problemas concretos. Al contrario que las herramientas de evaluación como el ACV, una herramienta pensada para el proceso de conceptualización debería estar basada en el apoyo y guía mediante la proporción de información personalizada para los objetivos concretos expuestos en el briefing. Por este motivo, según la literatura analizada, resulta interesante para futuros desarrollos de herramientas de conceptualización de productos sostenibles que se tuvieran en cuenta los siguientes aspectos:

- Según el análisis de las habilidades del diseñador y la fase de conceptualización, la etapa del proyecto más adecuada para la inclusión de aspectos medioambientales debe ser el documento de briefing, ya que esta fase es la primera del proceso de diseño, con los efectos positivos que esto tiene sobre el proyecto. Además, es donde se establecen las especificaciones propias del cliente, pudiéndose incluir a parte de los puntos habituales de este tipo de documentos, unas limitaciones medio ambientales que facilitarían la toma de decisiones que puedan mejorar el impacto ambiental del producto. Los aspectos a introducir en el "ecobriefing" obedecerían a los criterios ecoefectivos del protocolo Cradle to Cradle, minimizando los efectos perjudiciales para el medio desde la fase de diseño.

- El primer aspecto a limitar serían los materiales que utilizar en el producto. Estos materiales, según determina el protocolo, deberían ser inocuos, totalmente reciclables o biodegradables (metabolismo técnico o biológico) para eliminar el concepto de basura. Los materiales indicarían al diseñador los procesos industriales de transformación y éstos su principal característica formal. Con esta guía de materiales y procesos el diseñador se centrará en soluciones que respondan al diseño para el fin de vida principalmente. La información sobre materiales que ofrezca el método debería ser más amplia, con posibles aplicaciones y distribuidores de materiales para facilitar su aplicación. Un ejemplo de esta presentación de la información la encontramos en la aplicación web comercial de *Stylepark* y la del centro de materiales del FAD, "Mater".

- En segundo lugar se debería proporcionar al diseñador una guía de principios y elementos de unión determinadas por los materiales elegidos para el nuevo producto. Tener esta información en cuenta ayudaría a la aplicación del diseño para

método ecodiseño	Información sobre el proyecto	Conocimientos técnicos y habilidades	Puntos de mayor interés	Puntos de menor interés
DfX	<ul style="list-style-type: none"> - Depende del principio de "Design for" que se aplique. En general para los relacionados con el ecodiseño son el "Design for Disassembly, Recycling, Remanufacturability, Reuse". La mayor parte de ellas requieren información precisa sobre las partes de las que está compuesto el producto, uniones y materiales aplicados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ingeniería (procesos de fabricación, materiales, etc) en general. 	<ul style="list-style-type: none"> - Son fáciles de comprender y existen aplicaciones informáticas para aplicarlos. - Están muy relacionados con la optimización de procesos por lo que muchos principios se emplean para reducir costes sin considerar los beneficios que tiene a nivel ecológico. 	<ul style="list-style-type: none"> - DfD todas las metodologías de diseño para el desensamblaje están basadas en el producto final, (DESTRIZ, Checklist, tiempos de desensamblaje) no comprende la evaluación en las primeras fases del proceso de diseño. - DfR. El diseño para el reciclado esta basado en la elección de materiales inocuos, que puedan desensamblarse con facilidad y cuyas características no se hayan visto disminuidas. El diseño para el reciclaje no es más que una elección de materiales responsable y la atención al desensamblaje del DfD.
Estrategias de ecodiseño (Van Hemel, C. 1998)	<ul style="list-style-type: none"> - En principio no se requiere ninguna información sobre el producto. La información viene dada en forma de recomendaciones a tener en cuenta mientras se definen las características del producto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Experiencia en la aplicación de los principios del Design for X. - Ingeniería ambiental, logística e ingeniería industrial. 	<ul style="list-style-type: none"> - Sentaron las bases de lo que se debía tener en cuenta para mejorar un producto desde el punto de vista ambiental. - Transmite una impresión global de la distribución del impacto ambiental del producto, plasmado en el gráfico radial. 	<ul style="list-style-type: none"> - Las estrategias son de difícil aplicación ya que no se dan pautas para conseguir utilizar todas y cada una de ellas. - La utilización de estas estrategias no está sistematizada, no existen pasos que nos permitan seguir una metodología.
Análisis del Ciclo de Vida (ACV)	<ul style="list-style-type: none"> - Unidades funcionales que componen el producto. - Pesos de esas unidades funcionales. - Volúmenes aproximados del producto. - Características de reciclado de los materiales, tanto en origen como en fin de vida. - Materiales aplicables al producto y localización de proveedores. - Es necesario saber como será el fin de vida del producto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se precisan nociones de ingeniería de materiales. - Es necesario el conocimiento de los procesos de fabricación de menor impacto para conseguir cada pieza. - Se requiere entrenamiento para que los resultados del análisis sean lo más exactos posibles. - Es necesario el acceso a bases de datos actualizadas con los impactos asignados a cada proceso. Resultaría más sencillo disponer de una herramienta con bases de datos de materiales, procesos de fabricación e impactos para su aplicación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Muy extendido y aceptado en el entorno industrial. - Existen herramientas informáticas que facilitan la aplicación sobre un modelo virtual tridimensional. - Es un método muy completo que se debería de aplicar durante la fase de desarrollo de producto previa a la fabricación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es una tarea que consume mucho tiempo, difícil de programar en el proceso de desarrollo de producto. - Requiere de mucha información que generalmente no está disponible en las primeras fases del proyecto. - Requiere de un modelado complejo que no va necesariamente de la mano de los modelos utilizados durante el diseño. - Es una tarea compleja que requiere entrenamiento especial. - Siempre existe un cierto nivel de incertidumbre en los resultados, su aparente exactitud puede acarrear problemas por exceso de confianza. (Collado-Ruiz,)
Manual IHOBE (IHOBE, S.A. Sociedad Pública de Gestión Ambiental, Gobierno Vasco, 2000)	<ul style="list-style-type: none"> - Se necesita conocer las partes del producto. - Se necesita conocer el proceso de fabricación por el que se obtendrá cada una de las partes del producto 	<ul style="list-style-type: none"> - El sistema requiere sólo cumplimentar unas hojas con métodos, materiales y demás, al final sólo se necesita hacer una suma para poder evaluar de forma cuantitativa el impacto de un producto para poder comparar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es interesante para la aplicación de ecodiseño a nivel estratégico, ya que hace pensar en todos los impactos que la producción de objetos tiene. - Es muy descriptivo y llega a detallar bastante el impacto total. - Es de fácil aplicación cuando se tiene toda la información del proyecto definida, sólo consiste en realizar una suma de los impactos de cada fase del ciclo de vida del producto. - Resulta interesante que toda la información relativa al impacto de procesos y materiales necesaria está tabulada. 	<ul style="list-style-type: none"> - El manual en si es demasiado largo para que una persona de forma autónoma decida leérselo para su aplicación. Cuenta varios capítulos que explican todo el proceso de obtención de los índices que se asignan a cada proceso y material. - Las plantillas en las que se debe calcular el impacto del producto no están pensadas para ser utilizadas por diseñadores son más parecidas a una hoja de cálculo para presupuestos que un moodboard, u otra herramienta utilizada por los diseñadores. - Se tiene demasiada información que puede no resultar útil para un proyecto concreto.

<p>“Information / Inspiration” (Lofthouse, V, 2006).</p>	<p>- No se requiere demasiada información sobre el proyecto, solo la tipología de producto a diseñar.</p>	<p>- No se necesitan conocimientos técnicos concretos para utilizar la herramienta, ya que en sí misma está pensada para formar a los diseñadores en ecodiseño. Para la aplicación de varios métodos concretos de los que se exponen en la sección de “information” sí es necesarios conocimientos de análisis del ciclo de vida, pero no en profundidad.</p>	<p>- Esta respalda por una sólida base teórica. La investigación de la que fue resultado la herramienta definió los principios sobre los que se deberían apoyar todas las metodologías proyectuales pensadas para diseñadores. - Se evidenció la necesidad de una herramienta creada para su aplicación en la primera fase del diseño de productos. - Se estudiará la forma de trabajar de los diseñadores, dejando el camino abierto para nuevas aproximaciones metodológicas sobre este campo.</p>	<p>- La información que se facilita en la sección “Information” de la herramienta está basada en el ACV y los datos proporcionados no siempre son útiles para ser utilizados en proyectos reales. Por ejemplo, la información sobre materiales debería ser más amplia para facilitar su aplicación, con posibles aplicaciones y listado de distribuidores de materiales ecológicos. - Sería necesario algún módulo que permitiera la personalización de la herramienta para un caso concreto.</p>
<p>“Cradle to Cradle” (Braungart, M & McDonough, W, 2002)</p>	<p>- Es necesario tener información muy detallada de la composición química de los materiales que forman un producto para poder rellenar la lista “pasivo positivo” o confiar en etiquetas y certificaciones para poder elegir materiales ecoefectivos.</p>	<p>- Es necesario conocimientos de ingeniería química bastante avanzados para conocer los aditivos que puede llevar un material para valorar su posible aplicación. - Controlar gran cantidad de principios y elementos de unión entre materiales que faciliten las operaciones de ensamblaje y desensamblaje.</p>	<p>- La visión biónica del protocolo y la aplicación de la lógica más sencilla son las mayores aportaciones del protocolo a un ecodiseño que se está volviendo cada vez más complejo, con normativas, optimizaciones, análisis de procesos, etc.</p>	<p>- El planeta dispone de unos recursos finitos por lo que un crecimiento infinito que promulga el protocolo no es posible. Aunque el supraciclaje de todos los materiales se diera, llegaría un momento donde se debería volver a extraer nuevos materiales. - A nivel práctico el protocolo es de muy difícil aplicación, por resultar muy estricto y no dar facilidades para su utilización. Por lo que se hace necesario un certificador externo para aplicarlo o una cantidad de tiempo muy grande para encontrar proveedores de materiales limpios o empresas de logística que apliquen criterios medioambientales en sus prácticas.</p>

tabla 1. Metodologías más utilizadas para diseñadores

el desensamblaje desde las primeras fases. Estos principios y elementos de unión deberían ser mono-matéricos para evitar la inclusión de materiales distintos, y herramientas específicas que dificulten y aumenten los tiempos de desensamblaje .

- Con estas dos ayudas que guiarán al diseñador mientras genera conceptos, se debería proporcionar además una base de datos actualizada de ejemplos de productos con aspectos medio ambientales. Se tendrá que explicar el porqué de su sostenibilidad para que el diseñador pueda aplicar soluciones de otros referentes al propio proyecto. Estas referencias deben ser visuales, con imágenes de detalles que despierten la creatividad y permitan la introducción, por ejemplo, de principios constructivos de un sector que puedan ser extrapolados a otros.

- Con estos tres puntos a tener en cuenta el diseñador podrá personalizar la herramienta para cada proyecto, pudiendo revisar esta documentación mientras utiliza otras herramientas de conceptualización, como el dibujo o los modelos 3D físicos o digitales.

- Esto no quita que los usuarios deban revisar herramientas como el Information/ Inspiration para tener una idea general de la teoría de ecodiseño. La aplicación de los materiales, principios o elementos de unión y referentes trata de mejorar

la sostenibilidad de los productos diseñados, para que en fases posteriores resulte más eficaz la aplicación de metodologías de ecoingeniería como el ACV minimizando los ciclos de rediseño para disminuir el impacto medioambiental del producto.

Bibliografía

Alakeson, V., Sherwin, C. (2004). Innovation for sustainable development. *Forum of the Future*.

Baumann, H., F. B., Bragd, A. (2002). Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 10, 409 - 425.

Bhamra, T, Sherwin, C, Lofthouse, V, and Evans, S. (2001). Ecodesign integration in concept development. *Ecodesign 2001 Japan*, 14–17.

Boks, C. (2006). The soft side of ecodesign. *Journal of Cleaner Production*, 14, 1346 - 1356.

Boks, J. C. D. C. (2006). Integration of sustainability in regular

- courses: experiences in industrial design engineering. *Journal of Cleaner Production*, 14, 932-939.
- Borsboom T. (1991). The environment's influence on design. *Design Management Journal*; Fall.
- Braungart, M & McDonough, W. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the way we make things*. New York, USA: North Point Press.
- Braungart M., W. M., 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.
- Brezet, H. (1997). Dynamics in ecodesign practice. *UNEP IE: Industry and Environment*, 20 (1-2), 21– 24.
- Brezet H, van Hemel C. (1997). Ecodesign: A promising approach to sustainable production and consumption. Paris: Rathenau Institute, TU Delft & UNEP.
- Bruce M., R. C., Delia Vazquez. (1999). Effective design management for small businesses. *Design Studies*, 20, 297 - 315.
- Collado-Ruiz, D., & Ostad-Ahmad Ghorabi, H. (2010). Influence of environmental information on creativity. *Design Studies*, 31, 479-498.
- Cooper, R and Press, M. (1995). *The Design Agenda—A Guide to Successful Design Management*. Chichester and New York, USA: John Wiley and Sons.
- Eckert, C., Stacey M. (2000). Sources of inspiration: a language of design. *Design Studies*, 21, 523-538.
- Ernzer, M., Grüner, C., & Birkhofer, H. (2001). Implementation of DfE in the daily design work—an approach derived from surveys. In *Proceedings of 2001 ASME design engineering technical conference (DETC 2001)*.
- Germani, M., Mandorli, F., Corbo, P., & Mengoni, M. (2004). How facilitate the use of LCA tools in SMEs e a practical example. In *Proceedings of 12th SETAC Europe LCA case studies symposium*, 163-166.
- Gero, J. S. (2004). The situated function-behaviour-structure framework. *Design studies*, 25, 373-391.
- Hallstedt, S., H. N., Karl - Henrik Robèrt, Broman, G. (2010). An approach to assessing sustainability integration in strategic decision systems for product development. *Journal of Cleaner Production*, 18, 703-712.
- Hatchuel, A & Weil, B. (2003). A new approach of innovative design: an introduction to CeK theory, in *International Conference on Engineering Design, ICED 03*, Stockholm.
- IHOBE S.A. Sociedad Ambiental del Gobierno Vasco (2000). Manual IHOBE.
- Jeswiet, J., & Hauschild, M. (2005). Ecodesign and future environmental impacts. *Materials and Design*, 26, 629-634.
- Jönbrink, A., Wolf-Wats, C., Erixon, M., Olsson, P., & Wallén, E. (2000). LCA software survey. Tech. rep., Industri for skningsinstituten i Sverige-IVF, IVL B 1390.
- Krozer, J. & Vis, J.C.. (1998). How to get LCA in the right direction. *Journal of Cleaner Production*, 6, 53 - 61.
- Lawson, B. (1990). in *How Designers Think: The Design Process Demystified*, Butterworth Architecture, Oxford. p. 2
- Lofthouse, V. (2004). Investigation into the role of core industrial designers in ecodesign projects. *Design Studies*, 25(2), 215-227.
- Lofthouse, V. (2006). Ecodesign tools for designers: defining the requirements. *Journal of Cleaner Production*, 14, 1386 - 1395.
- Millet, D., Bistagnino, L., Lanzavecchia, C., Camous, R., & Poldma, T. (2007). Does the potential of the use of LCA match the design team needs? *Journal of Cleaner Production*, 15, 335-346.
- Nielsen, P., & Wenzel, H. (2002). Integration of environmental aspects in product development: a stepwise procedure based on quantitative life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, 10, 247-257.
- Petala, E., R. W., Dutilh C., Brezet H. (2010). The role of new product development briefs in implementing sustainability: A case study. *Journal of Engineering and Technology Management*, 27, 172 - 182.
- Sousa, I., & Wallace, D. (2006). Product classification to support approximate life-cycle assessment of design concepts. *Technological Forecasting & Social Change*, 73, 228-249.
- Stouthuysen, P., le Roy, D. (2010). Cradle to Cradle: Theoretical Framework. Retrieved from <http://www.c2cn.eu/>
- T. J. Howard, S. J. C., E. Dekoninck. (2008). Describing the creative design process by the integration of engineering design and cognitive psychology literature. *Design Studies*, 29, 160-180.
- Viladàs, X. (2008). *Diseño Rentable: Index Book*.