

## ECO-EFFICIENCY FOR SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES FROM DESIGN PERSPECTIVE

Iriarte, I.; Justel, D.; Gonzalez, I.

Escuela Politécnica Superior de Mondragon Unibertsitatea

The objective of this communication is to present the courses of action that a small and medium enterprise (SME) can adopt concerning the achievement of eco-efficiency. For that, on the one hand a literature review about the concept of eco-efficiency is carried out, on the other hand, the practical experience of one of the Basque Country's eco-design lab is analysed. As a result, a scale of intervention which illustrates the different eco-efficiency levels applicable to SMEs is presented. These interventions cover incremental innovations based on process and product technological improvements, socio-technological innovations on value propositions and business models, and finally radical innovations that change the current socioeconomic and environmental system. As conclusion, after analysing the criticalities of each level of intervention, a number of guide lines for the positioning of the company on the scale are proposed.

**Keywords:** *Sustainable development; Eco-efficiency; Eco-innovation; Product Service System; Systems design; SME*

## ECO-EFICIENCIA PARA LA PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA DESDE LA PERSPECTIVA DEL DISEÑO

El objetivo de la presente comunicación es presentar las vías de actuación que una pequeña y mediana empresa (PYME) puede adoptar para lograr la eco-eficiencia. Para ello, por un lado se realiza una revisión de la literatura sobre el concepto de la eco-eficiencia, por otro, se analiza la experiencia específica práctica de una de las aulas de eco-diseño del País Vasco. Como resultado se presenta una escala de intervención donde se ilustran los diferentes niveles de eco-eficiencia aplicables a las PYMES. Estas intervenciones contemplan innovaciones incrementales basadas en mejoras tecnológicas de proceso y producto, innovaciones socio-tecnológicas en las propuestas de valor y en los modelos de negocio, y finalmente innovaciones radicales que cambian el sistema socio-económico y ambiental actual. Como conclusión, tras analizar las criticidades de cada nivel de intervención, se proponen una serie de líneas guía para el posicionamiento de la empresa en la escala.

**Palabras clave:** *Desarrollo sostenible; Eco-eficiencia; Eco-innovación; Sistemas de producto servicio; Diseño de sistemas; PYME*

Correspondencia: iiriarte@mondragon.edu

## 1. Introducción

Múltiples factores indican que la humanidad se está enfrentando a una crisis global y sistémica. Fenómenos como el agotamiento de los recursos naturales, el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad, la explosión demográfica, la crisis financiera, y la consecuente crisis económica y política son reflejo de ello. El sistema socioeconómico actual concebido desde una perspectiva de expansión continua, colisiona con un planeta cuyos recursos son limitados y finitos (Azkarraga et al., 2011a). No obstante, este contexto de crisis puede ser a su vez un punto de inflexión cara a la adopción de nuevos modelos de producción y de consumo que pueden suponer nuevas oportunidades para las Pequeñas Y Medianas Empresas (PYME).

El Informe Brundtland (1987), señaló la imposibilidad de continuar con el actual modelo de desarrollo y difundió la teoría del desarrollo sostenible como alternativa de futuro. A pesar de su popularización, según Manzini (2008) el concepto de desarrollo sostenible ha venido siendo sobre-utilizado en contextos que nada tienen que ver con su significado original, lo que ha propiciado que exista el riesgo de que el desarrollo sostenible se convierta en un concepto semánticamente vacío. Un concepto en el que todos coinciden sin comprender sus profundas implicaciones. Considérese la definición originaria del desarrollo sostenible propuesta por el informe Brundtland (1987, p. 54): “aquel que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”, o a la definición de comunidad sostenible propuesta por Capra (2002, p. xv): “estructuras que no interfieren en la inherente capacidad de la naturaleza de sostener la vida”. La correcta interpretación de estos conceptos implica que la sostenibilidad conlleva subordinar las actividades económicas y sociales a la bio-capacidad del planeta (Azkarraga et al., 2011b).

Habilitar estas condiciones para la sostenibilidad, requiere de una discontinuidad en el sistema, es decir, requiere de cambios radicales en las formas de producción y consumo (Weterings y Opschoor, 1992; Vergragt y van Grootveld, 1994; Weiszäcker, A.B. Lovins y H.L. Lovins, 1997). Así pues, dadas las implicaciones y la dimensión del cambio requerido, las innovaciones en proceso y producto, aun siendo necesarias y fundamentales, no son suficientes para el cambio mencionado (Mont y Plepys, 2008; Chescin, 2012). Para alcanzar la sostenibilidad es necesario adoptar innovaciones radicales de carácter sistémico y socio-tecnológico. Según Norman y Verganti (2012) las innovaciones radicales solo se pueden alcanzar mediante cambios en el significado (cambios socioculturales) o mediante cambios en la tecnología.

Charter y Tischner (2001) indican que son tres los agentes que juegan un papel decisivo en el desarrollo sostenible: la empresa, la administración pública y la sociedad. En lo que a la empresa se refiere, en el caso específico del Estado español, el 99,88% del tejido empresarial lo componen las PYME, aportado el 60% del empleo (Dirección General de Industria y de la PYME [DGIPYME], 2012). Las PYME son reticentes a la adopción de eco-innovaciones radicales para la sostenibilidad, pues éstas afectan a la estrategia de la empresa, y conllevan riesgos e incertidumbres que la PYME es reacia a asumir dado sus limitados recursos económicos, tecnológicos y humanos. Este contexto, dificulta que el tejido empresarial en su conjunto pueda avanzar en la adopción de cambios radicales en la transición hacia la sostenibilidad.

No obstante, las PYME están cada vez más habituadas a incorporar conceptos como el eco-diseño, la eco-innovación y la eco-eficiencia. En el caso del País Vasco, muchas de ellas llevan dando pasos en este sentido desde principios de la década pasada de la mano de IHOBE, las Diputaciones Forales de Guipúzcoa y Vizcaya, y las Aulas de Ecodiseño. El tránsito hacia una empresa más sostenible es posible si se realiza de una manera

escalonada (Nuij, 2001; Gómez, 2004; Igartua, 2006). En este contexto, la eco-eficiencia es un factor indispensable, aunque no el único, cara al tránsito hacia la sostenibilidad (Agencia Europea de Medio Ambiente [AEMA], 1999). Por lo tanto, la cuestión reside en identificar cómo una PYME puede dar pasos de manera escalonada hacia la eco-eficiencia y cómo puede habilitar eco-innovaciones radicales que den paso a los niveles superiores de eco-eficiencia.

## 2. Objetivos

El objetivo de la presente comunicación es presentar las vías de actuación que una PYME puede adoptar cara a lograr la eco-eficiencia desde la perspectiva del diseño.

Para ello, inicialmente se profundiza en el concepto de la eco-eficiencia, y después se analiza la experiencia práctica del Aula de Ecodiseño de "Autor". A medida que se explica la experiencia del Aula de Ecodiseño, se presenta una escala de intervención que trata de servir de guía para una PYME en la adopción de la eco-eficiencia, desde la implementación de mejoras eco-eficientes incrementales hasta innovaciones radicales de carácter sistémico. Con ello, se propone superar las barreras y reticencias de las PYME, y apoyarlas en la identificación y usufructo de las oportunidades que presenta la transición hacia la sostenibilidad. Finalmente, se señalan futuras líneas de trabajo que una PYME ya iniciada en la implementación de mejoras incrementales eco-eficientes puede adoptar cara a la consecución de eco-innovaciones de carácter más radical.

## 3. El concepto de la eco-eficiencia

El término de la eco-eficiencia tiene varias definiciones (World Business Council for Sustainable Development [WBCSD], 1997; Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 1998; AEMA, 1999). Si se hace referencia a la institución de referencia en Europa, la AEMA (1999, p.4,) define la eco-eficiencia como: "estrategia que permite desvincular la utilización de la naturaleza de la actividad económica, para satisfacer las necesidades humanas, dentro de la capacidades del planeta y para permitir el uso del medio ambiente por la generaciones actuales y futuras".

Schaltegger y Sturm (1990), establecen dos niveles de eco-eficiencia. Según estos autores, a nivel macro, la eco-eficiencia se describe como la relación del bienestar humano respecto al uso de recursos naturales (Ecuación 1).

$$\text{Eco-eficiencia} = \text{mayor bienestar} \div \text{menor uso de recursos} \quad (1)$$

Mientras que a nivel micro, establece la relación entre el valor del producto/servicio respecto de la influencia ambiental (Ecuación 2).

$$\text{Eco-eficiencia} = \text{valor producto/servicio} \div \text{influencia ambiental} \quad (2)$$

Glavič y Lukman (2007) indican que la eco-eficiencia es considerada como un principio económico, centrado en procesos y servicios productivos. Es decir, hacer "más con menos" mediante un enfoque tecnológico. No obstante, tal y como ocurre con otros conceptos relacionados con la sostenibilidad, si se observan los modelos de Schaltegger y Sturm, se advierte que el concepto de la eco-eficiencia tiene mayores implicaciones. El significado de "mayor bienestar" y de "valor producto/servicio" tiene implicaciones socio-culturales.

En este sentido, ya a principios de los setenta, Ehrlich y Holdren (1971) propusieron un modelo matemático que relacionaba bienestar, tecnología e impacto ambiental (Ecuación 3):

$$I = P \cdot A \cdot T \quad (3)$$

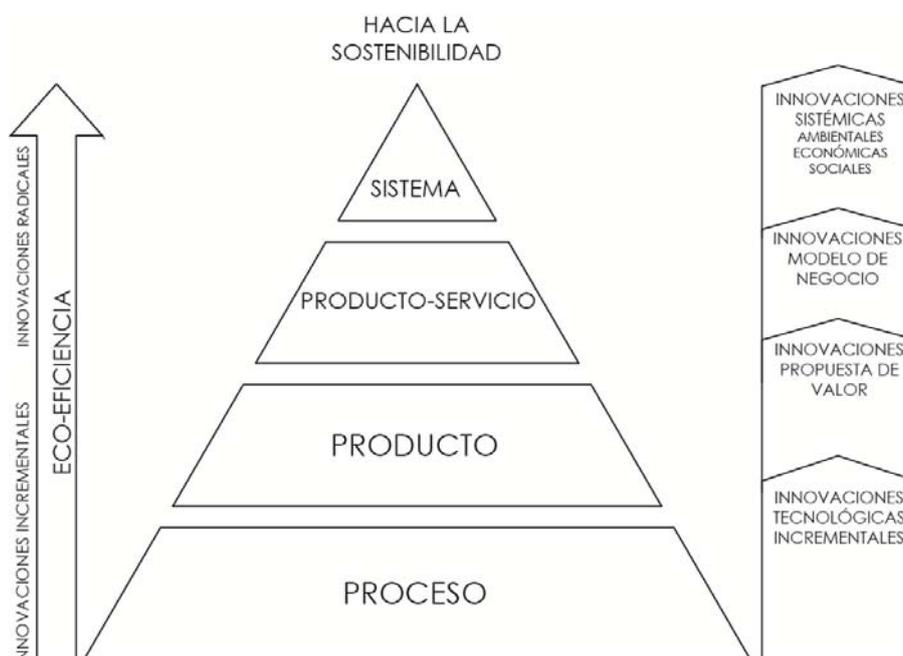
Donde (I) es el impacto ambiental generado por las actividades humanas, producto de: (P) la población que genera ese impacto ambiental, (A) demanda de resultados de esa población y (T) la tecnología utilizada.

Así pues, según este modelo la reducción del impacto ambiental es posible si: (i) se reduce la población, posibilidad que conlleva importantes conflictos sociales y cuyos resultados solo se verían a largo plazo (Shedroff, 2009), (ii) si se actúa sobre la demanda de resultados, es decir, si se rebaja el nivel (en términos de consumo de productos y servicios) con el que se consideran por satisfechas las necesidades optando por opciones del decrecimiento sostenible (Bermejo et al., 2010), o (iii) si se utilizan tecnologías más eco-eficientes. A su vez, según Manzini (2008), cabe la posibilidad de actuar de manera combinada en la demanda de resultados y en el factor tecnológico, haciendo el concepto de bienestar menos dependiente de acceso de nuevos artefactos y más dependiente de la calidad del espacio físico y social.

### 3.1 Escala de intervención hacia la eco-eficiencia

La variación de estos tres factores, tiene incidencias en la sociedad, la administración y la empresa. Esta comunicación se centra en los agentes empresariales industriales, más concretamente en las PYME, analizando cómo la variación de los factores tecnológicos y socioculturales en pos de la eco-eficiencia afectan al conjunto de la empresa, y proponiendo diferentes peldaños de la eco-eficiencia: (i) innovaciones tecnológicas incrementales en proceso y producto, (ii) innovaciones socio-tecnológicas en la propuesta de valor, (iii) innovaciones en el modelo de negocio e (iv) innovaciones sistémicas (Figura 1).

Figura 1: escala de intervención hacia la eco-eficiencia



## 4. La experiencia del Aula de Ecodiseño de “Autor”

### 4.1 Innovaciones tecnológicas incrementales

Tal y como se ha señalado en la introducción, la innovación tecnológica puede conllevar cambios radicales (Norman y Verganti, 2012). Si bien esto es posible cuando viene liderada

por grandes organizaciones, en el caso de las PYME esta posibilidad es más reducida pues se requieren de recursos tecnológicos, financieros y humanos que la PYME carece. Por añadidura, tal y como se ha señalado anteriormente las innovaciones radicales únicamente tecnológicas no pueden alcanzar por si solas la discontinuidad requerida para la transición a la sostenibilidad. No obstante, la mejora tecnológica incremental en proceso y producto es la base desde la cual una PYME puede comenzar el camino hacia la eco-eficiencia. Es decir, incidiendo en el factor tecnológico de procesos y productos para la reducción de la influencia ambiental.

Las eco-innovaciones tecnológicas de carácter incremental en proceso y producto pueden ser más fácilmente introducidas en una PYME debido a: (i) no suponen alteraciones significativas en la propuesta de valor ni en el modelo de negocio de la empresa, y (ii) conllevan ventajas a corto-medio plazo para la empresa cómo: aumento de la eficiencia y la reducción de costes, cumplimiento de la legislación vigente y un mejor posicionamiento para legislaciones venideras, aporte de elementos diferenciadores (certificaciones ambientales), y acceso a mercados más exigentes desde el punto de vista ambiental además de una mejor percepción social de la empresa.

Aun así, el éxito en la implementación de las eco-innovaciones tecnológicas incrementales en proceso y producto, requiere de cambios en los procesos de gestión, diseño y producción de la empresa, además de experiencias previas en minimización del impacto ambiental mediante actuaciones de final de tubo y producción limpia. La PYME tiene que adquirir e interiorizar conocimientos en ámbitos de gestión ambiental, eco-diseño y Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Las normas UNE EN ISO 14.001 (2004) y sobretodo la norma UNE EN ISO 14.006 (2011) suponen un importante soporte metodológico en este sentido.

El Aula de Ecodiseño de "Autor", actualmente enmarcada en el Centro de Innovación en Diseño (DBZ) de "Autor" ha estado caracterizada por la realización de esta tipología de proyectos (IHOBE, 2009). Entre 2004 y 2011 se han realizado 36 proyectos de investigación de esta índole que han conseguido alcanzar niveles incrementales de eco-eficiencia mediante el eco-diseño y la eco-innovación tecnológica en producto y proceso en los siguientes sectores: hogar, mueble, construcción, transporte, envase y embalaje, distribución, energía, máquina herramienta y alimentación. Estas experiencias constituyen el primer peldaño hacia la eco-eficiencia (Figura 1): innovaciones tecnológicas incrementales en proceso y producto.

#### **4.2 Innovaciones en la propuesta de valor**

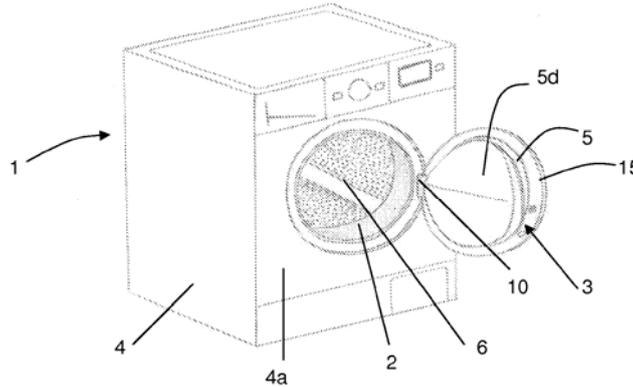
Tómese en consideración el Factor X como enfoque de monitoreo de las actividades que tratan de reducir la intensidad de material y energía en procesos industriales y sociales. Las actuaciones citadas previamente, es decir, mejoras eco-eficientes tecnológicas en producto y proceso, no pueden considerarse mejoras suficientes para lograr la discontinuidad necesaria en el sistema de producción y consumo para la sostenibilidad, es decir no suponen incrementos del Factor 4 (Weiszacker, A.B. Lovins y H.L. Lovins, 1997), Factor 10 (Factor 10 Club, 1994) o del Factor 20 (Weterings y Opschoor, 1992).

Así pues, es necesario innovar en la manera en que las personas satisfacen sus necesidades (Luiten, Hoogendoorn y van der Host, 2003). En este sentido, crear soluciones desde un enfoque centrado en las necesidades de las personas o diseño centrado en las personas (*Human Centred Design*, HCD), desde el Diseño Participativo (DP), desde la innovación a través del diseño (*Design-Driven Innovation*) y desde el pensamiento de diseño (*Design Thinking*) dejando de lado un enfoque centrado en producto puede llevar a soluciones más sostenibles.

En el caso del Aula de Ecodiseño de "Autor", el proyecto de investigación DUO ZONE ilustra los resultados de este proceder. El proyecto realizado junto con FAGOR Electrodomésticos

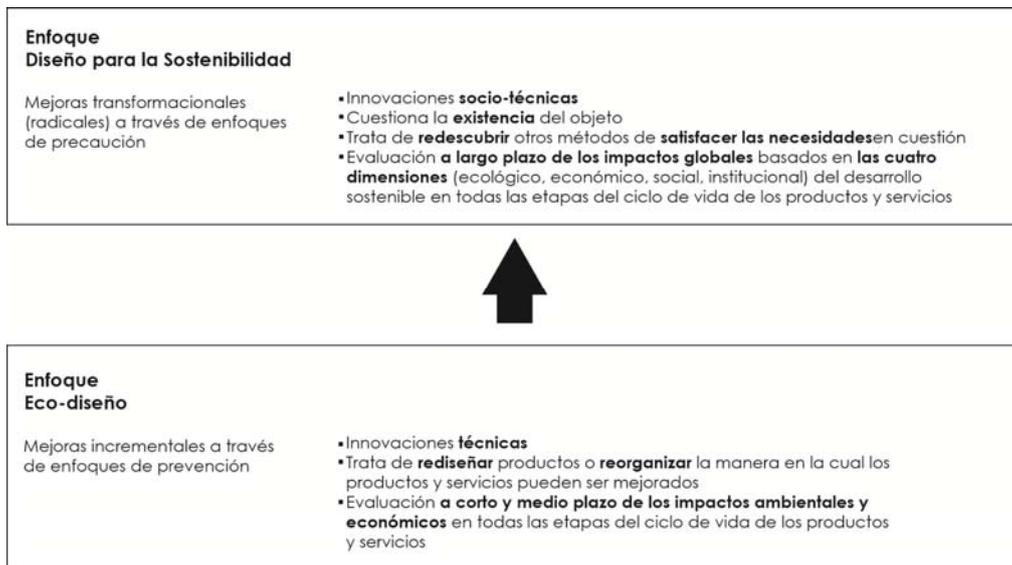
S.Coop. (FAGOR), trata de repensar la manera en que las personas lavan la ropa el hogar, alejándose del concepto dominante en el mercado centrado en la eficiencia energética. El resultado es un nuevo concepto de electrodoméstico, que crea un nuevo espacio de lavado utilizando la cavidad de la tapa de la cuba de una lavadora (Figura 2). El usuario puede introducir la ropa en ese nuevo compartimento, que la limpia sin necesidad de poner en funcionamiento toda la lavadora, y sin necesidad del movimiento centrifugo ahorrando así energía y agua (FAGOR, 2012).

**Figura 2: concepto DUO ZONE (FAGOR, 2012)**



Este tipo de innovaciones socio-tecnológicas que afectan a los hábitos de las personas, pueden conllevar niveles de eco-eficiencia más radicales si son adecuadamente concebidas. No obstante, apostar por el HCD y por el pensamiento de diseño requiere de decisiones estratégicas en la empresa a la hora de definir los procesos de innovación por una parte y la propuesta de valor en su conjunto por otra. Supone cambiar el posicionamiento de la empresa en el mercado, en el caso de FAGOR alejarse de la lógica dominante del mercado centrada en la eficiencia energética. Asumir este tipo de estrategias significa comenzar a dar el salto desde del eco-diseño al Diseño para la Sostenibilidad (DpS). Esta transición se ilustra en la Figura 3 de Spangenberg, Fuad-Luke y Blincoe (2010), basada en Cucuzzella y De Conick (2008). Estos cambios, suponen el segundo peldaño en la escala de la eco-eficiencia: innovaciones socio-tecnológicas en la propuesta de valor (Figura 1).

**Figura 3: transición al DpS. Adaptado de Spangenberg, Fuad-Lukey y Blincoe (2010)**



No obstante, el adoptar estrategias ligadas al Pensamiento de Diseño y al HCD, no implica dejar de aplicar estrategias de eco-diseño. Al contrario, difícilmente los productos concebidos mediante la innovación a través del HCD alcanzarán mejoras ambientales radicales si no son eco-diseñados. En este sentido, cabe destacar que la relación entre el HCD y el DP por una parte, y el eco-diseño por otra, no ha sido lo suficientemente estudiada. Las innovaciones socio-tecnológicas eco-eficientes son difíciles de adoptar si antes la empresa no ha tenido experiencias previas en eco-innovaciones incrementales de carácter tecnológico en producto y proceso. Aun así, se ha de hacer notar que estas innovaciones no suponen obligatoriamente un cambio en el modelo de negocio de la PYME.

### 4.3 Innovaciones en el modelo de negocio

Manzini (2008) propone que el concepto actual de bienestar asociado a productos, evolucionará a un concepto de bienestar asociado a la información, los servicios y las experiencias. La idea de que el tránsito hacia la economía de servicios y a la economía de la experiencia ofrezca una oportunidad para desasociar el valor económico del consumo de materiales y energía emergió con fuerza a principios de la década pasada, acuñándose el concepto de Sistemas de Producto Servicio, PSS en sus siglas en inglés. Los PSS son modelos de negocio específicos cuya propuesta de valor se articula mediante la combinación de productos y servicios (Tukker y Tischner, 2006).

Los PSS de *per se* no son más eco-eficientes respecto de otro tipo de soluciones orientadas a producto, pero ciertos PSS, los denominados como “orientados a resultado”, donde el cliente y el proveedor acuerdan un determinado resultado como solución, pueden conllevar mejoras ambientales radicales si son correctamente diseñados (Tukker, Tischner y Verkuilj 2006). Esto se debe a su potencial capacidad de desasociar la satisfacción de las necesidades del cliente del consumo de recursos y energía, desmaterializando así la propuesta de valor. Además, los PSS eco-eficientes permiten hacer un uso intensivo de los productos, alargar la vida útil de los mismos, controlar con mayor precisión las diferentes etapas del ciclo de vida y establecer modelos de consumo más eco-eficientes. Una revisión de las potenciales mejoras ambientales y competitivas de los PSS se puede encontrar en Baines et al. (2007) y en Meier, Roy y Seliger (2010).

La Unión Europea financió una serie de proyectos de investigación enmarcados dentro del quinto y sexto Programa Marco con el objetivo de generar conocimiento para el diseño e implementación de PSS en la industria europea. No obstante, los resultados no han sido los esperados, y la difusión de PSS eco-eficientes exitosos es limitada en el mercado, sobretudo en el ámbito del *Business to Consumer* B2C, reduciéndose sólo a una serie de casos de estudio aislados (Vezzoli et al., 2012). Los motivos del porqué de la limitada difusión de los PSS eco-eficientes son todavía un debate abierto, según Vezzoli et al. (2012) la razón básica reside en que son considerados como innovaciones demasiado radicales que afectan a los hábitos de las personas, a las estructuras empresariales y a los marcos regulatorios. Siguiendo esta argumentación, Ceschin (2012) establece tres tipos de barreras por las cuales los PSS no se han expandido como se preveía: barreras corporativas, barreras culturales y barreras regulativas. Según Ceschin para las empresas el adoptar estrategias de PSS eco-eficientes resulta más complejo que manejar modelos de negocio tradicionales centrados en producto. La manera de capturar valor cambia en un PSS, y por lo tanto, el modelo de negocio también difiere en su conjunto para una empresa manufacturera. Respecto a las barreras culturales, la adopción de PSS eco-eficientes requiere de cambios sociales en los hábitos y costumbres de las personas, por ejemplo el concebir la posibilidad de satisfacer las propias necesidades apartando el concepto de propiedad de producto. Según Mont (2002), Baines (2007), Wimmer, Kang y Lee (2006) las personas pueden mostrarse reticentes a adquirir este tipo de opciones de mercado por motivos emocionales. En referencia a las barreras regulativas, Baines (2007) señala la falta

de factores motivantes legislativos que empujen a las empresas a adoptar este tipo de estrategias. Ceschin y Vezzoli (2010) inciden en la dificultad de la administración en implementar este tipo de políticas.

Según Ceschin (2012), para que un PSS eco-eficiente pueda tener éxito en el mercado es necesaria la puesta en marcha tras un periodo de incubación, de experimentos socio-técnicos, seguidos de un desarrollo de nicho, para finalmente pasar a su posterior escalado en el mercado. La experiencia del Aula de Ecodiseño de "Autor" en el diseño del sistema integral de recogida de aceite usado doméstico respalda la visión de Ceschin. El diseño y desarrollo de este PSS eco-eficiente requirió de un proceso de tres años, y fue respaldado financieramente por las administraciones públicas locales y provinciales. Después, antes de su lanzamiento definitivo al mercado y la constitución de la iniciativa empresarial EKO3R dentro del Grupo FAGOR (EKO3R, 2009), hubo de habilitarse la puesta en marcha del caso piloto y testeo de los prototipos en un contexto social controlado y receptivo a la iniciativa durante un periodo de prueba prolongado. Tras esta experimentación se dio la extensión en el resto del territorio.

Los PSS eco-eficientes orientados a resultado poseen un potencial Factor X en principio mayor que las innovaciones tecnológicas incrementales en proceso y producto, y que las innovaciones socio-tecnológicas en producto. Esto ofrece mayores grados de libertad para repensar desde un punto de vista ambiental la manera que las personas y las organizaciones satisfacen sus necesidades. Por lo tanto, suponen el tercer peldaño en la escala de intervención hacia la eco-eficiencia por parte de la PYME (Figura 1).

No obstante, su diseño e implementación requieren de modificaciones en el modelo de negocio de la empresa, o la constitución de iniciativas empresariales independientes. Algo que conlleva riesgos estratégicos para una PYME debido a las barreras corporativas y financieras mencionadas anteriormente. De igual manera, es difícil implementar este tipo de estrategias sin que antes la empresa tenga experiencia en la innovación en modelos de negocio, en el Diseño de Servicios (DS), en el HCD, así como en las estrategias de eco-diseño y gestión ambiental.

#### **4.4 Innovaciones sistémicas**

Aunque los PSS eco-eficientes sean un prometedor enfoque cara a la sostenibilidad, no evitan el llamado "efecto rebote" (Manzini, Vezzoli y Clark, 2001). Varios autores coinciden en que estrategias sistémicas son necesarias cara al Factor X. Estrategias que tengan en cuenta todo el sistema social, ambiental y económico que rodea a la empresa (Tukker y Tischner, 2006; Briceno y Stagl, 2006; Ceschin, 2012; Boons et al., 2012) y vayan más allá de los modelos de negocio singulares, conectando varios sistemas de producción y consumo entre sí.

El enfoque de la Cuna a la Cuna de McDonough y Braungart (2002) es uno de los más populares entre estas corrientes de pensamiento sistémico, pasando del concepto de la eco-eficiencia al concepto de la eco-efectividad. Otro de los teóricos de los sistemas es Capra (1997; 2002), que promulga el diseño de todas las estructuras sociales, económicas e industriales en armonía con los principios organizativos que la naturaleza ha desarrollado, es decir, organizadas en términos de redes no lineares, equivalentes a las redes naturales, donde el concepto de residuo no existe. La visión sistémica es en teoría una alternativa estratégica sólida respecto de los sistemas de producción y consumo lineares actuales, también cara a alcanzar mejoras eco-eficientes más radicales y optar a un Factor X. Constituye el peldaño superior en la escala de la ecoeficiencia: innovaciones sistémicas (Figura 1). No obstante, la aplicación práctica de este tipo de conceptos teóricos resulta todavía marginal, más si cabe en la órbita de las PYME.

Las aplicaciones prácticas se identifican en casos de las llamadas “economías circulares” (Li, 2011), “economías de cascada” (Pauli, 2010) o “sistemas de bucle-cerrado” (Winkler, 2011). A su vez, los llamados Ecosistemas Industriales (EI) son otra aplicación práctica tangible de esta visión sistémica. Más allá del popular caso de Kalundborg (Ehrenfeld y Gertler, 1997), otra experiencia más cercana de los EI, a menor escala, es la desarrollada por LKS para CEGASA y “Autor”. CEGASA dispone de un calor residual procedente de la refrigeración de los motores de combustión de su proceso productivo, que debe disipar. Este flujo de calor residual viene redirigido para la calefacción de la Facultad de Ciencias Empresariales de “Autor” (LKS, 2012). Aunque los EI se hayan llevado a la práctica en este tipo de intercambios de recursos y residuos productivos, su potencial excede estos límites y pueden ser también concebidos como sistemas de complejas redes productivas y económicas interconectadas, es decir, redes industriales, redes de energía y recursos, redes de servicios, redes de información y conocimiento.

A pesar de estos casos de estudio, cómo se ha señalado anteriormente las aplicaciones de este tipo de experiencias son todavía marginales. El Aula de Ecodiseño de “Autor” en su interés para la puesta en marcha de estas experiencias sistémicas, ha identificado las siguientes barreras: (i) la puesta en marcha de este tipo de iniciativas requiere establecer sinergias entre numerosos agentes públicos, empresariales y sociales, esta convergencia de intereses es excepcional. (ii) No se vislumbra quién de entre los diferentes agentes; administración pública, industria o sociedad, ha de ser el agente tractor sistemático de este tipo de experiencias. El agente tractor puede variar en cada caso, lo que dificulta el establecimiento de estrategias metodológicas. (iii) En lo referido a los agentes industriales, las PYME no pueden liderar por sí solas este tipo de innovaciones sistémicas, pues están muy alejadas de su modelo de negocio central o “*core business*”, además carecen de los recursos necesarios, tanto humanos, como tecnológicos y financieros para la puesta en marcha de este tipo de iniciativas. La puesta en marcha del Diseño Sistémico para la Sostenibilidad necesita de un equipo tractor multidisciplinar y trans-disciplinar con conocimientos de varios ámbitos del saber humano. Las PYME y las administraciones públicas locales, carecen por sí solas de este tipo de equipos multidisciplinarios.

Por otra parte, la falta metodologías específicas para el diseño sistémico o para el diseño de sistemas en el ámbito académico es todavía patente. Véase algunos enfoques como los de Bistagnino (2011) para el Diseño Sistémico o Vezzoli (2008) para el Diseño de Sistemas. No obstante, exista esta base teórica, son necesarios procedimientos más sistemáticos y estructurados para el diseño de sistemas. Por otro lado, se ha de hacer notar el desconocimiento y la falta de interés por parte de la PYME, pero también por parte de los agentes públicos de este tipo de enfoques. Esto supone otra barrera para la puesta en marcha de iniciativas piloto en torno a las eco-innovaciones sistémicas.

## 5. Conclusiones

La presente comunicación trata de servir de guía para que una PYME pueda posicionarse en ese tránsito hacia la sostenibilidad mediante la consecución de diferentes niveles de eco-eficiencia. Tal y como se ha señalado anteriormente, la eco-eficiencia no es la única condición cara a la sostenibilidad pero sí es una *conditio sine qua non*. La Figura 1, resume los diferentes niveles de eco-eficiencia para una PYME desde la perspectiva del diseño.

Las innovaciones sistémicas serían aquellas que ocuparían el peldaño superior en la escala de la eco-eficiencia. No obstante, la consecución de este tipo de innovaciones conlleva la conjunción de sinergias que una PYME por sí sola no puede reunir. Estas innovaciones de carácter sistémico necesitan de una aglutinación de intereses por parte de los agentes sociales, administraciones públicas y agentes empresariales que resultan excepcionales.

No obstante, las empresas comienzan a sistematizar las eco-innovaciones tecnológicas de proceso y producto e introducen de manera continua procesos de eco-diseño en sus productos y servicios. El siguiente peldaño hacia la eco-eficiencia para una PYME supone comenzar a aplicar los postulados del DpS (Figura 1). Es por esta razón que trabajar sobre las innovaciones socio-tecnológicas, eco-innovando en el conjunto de la propuesta de valor y en los modelos de negocio centrados en las necesidades de las personas se presenta como los próximos retos de futuro para una PYME ya iniciada en los peldaños iniciales de la eco-eficiencia.

Todavía, para que esto pueda acaecer, es necesario superar las barreras corporativas de las empresas, y las barreras culturales y emocionales de los usuarios. En este sentido, por una parte, es necesario generar estrategias específicas de diseño que permitan a las empresas habitadas a la manufactura de productos “servilizar” su propuesta de valor. Por otra, es indispensable profundizar en el DpS, generando experiencias significativas de consumo que lleven a escenarios de consumo más sostenibles.

## 6. Referencias

- AENOR. (2004). *UNE-EN ISO 14001:2004: Sistemas de gestión ambiental*. Madrid: AENOR.
- AENOR. (2011). *UNE-EN ISO 14006: 2011: Sistemas de gestión ambiental. Directrices para la incorporación del ecodiseño*. Madrid: AENOR.
- Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA). (1999). *Making sustainability accountable. Eco-Efficiency, resource productivity and innovation*. En Topic Report no 11/1999, Consultado el 20 de Marzo de 2013, de [http://www.eea.europa.eu/publications/Topic\\_report\\_No\\_111999](http://www.eea.europa.eu/publications/Topic_report_No_111999).
- Azkarraga, J., Altuna, L., Kausel, T. e Iñurrategi, I. (2011a). *La evolución sostenible (I). Una crisis multidimensional*. Mondragon Unibertsitatea, Cuadernos de LANKI.
- Azkarraga, J., Max-Neef, M., Fuders, F. y Altuna, L. (2011b). *La evolución sostenible (II). Apuntes para una salida Razonable*. Mondragon Unibertsitatea, Cuadernos de LANKI.
- Baines, T. S, Lightfoot, H.W., Evans S., Neely, A., Greenough, R., Peppard, J., Roy, R., Shehab, E., Braganza, A. y Ashutosh, T. (2007). State-of-the-art in product-service systems. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture*, vol. 221, no. 10, pp. 1543-1552.
- Bermejo, R., Arto, I. and Hoyos, D. y Garmendia, E. (2010). *Menos es más: del desarrollo sostenible al decrecimiento sostenible*. Cuadernos de trabajo HEGOIA, nº 52, pp. 1-30. Vitoria Gasteiz. Consultado el 12 de Marzo de 2013, de [http://biblioteca.hegoa.ehu.es/system/ebooks/18108/original/Cuaderno\\_de\\_trabajo\\_52.pdf](http://biblioteca.hegoa.ehu.es/system/ebooks/18108/original/Cuaderno_de_trabajo_52.pdf).
- Bistagnino, L. (2011). *Design sistemico*. Bra: Slow Food Editore.
- Boons, F., Montalvo, C., Quist, J. y Wagner, M. (2012). Sustainable innovation, business models and economic performance: an overview. *Journal of Cleaner Production*, Aceptado pendiente de publicación.
- Briceno, T. y Stagl, S. (2006). The role of social processes for sustainable consumption. *Journal of Cleaner Production*, vol. 14, no. 17, pp. 1541-1551.
- Brundtland, G.H. y United Nations World Commission on Environment and Development (WCED). (1987). *Our common future*. Oxford: University Press Oxford.
- Capra, F. (1997). *The web of life: a new scientific understanding of living systems*. Nueva York: Anchor Books.

- Capra, F. (2002). *The hidden connections. A science for sustainable living*. Londres: Harper Collins.
- Ceschin, F. (2012). Critical factors for implementing and diffusing sustainable product-service systems: insights from innovation studies and companies' experiences. *Journal of Cleaner Production*. Aceptado pendiente de publicación.
- Ceschin, F. y Vezzoli, C. (2010). The role of public policy in stimulating radical environmental impact reduction in the automotive sector: The need to focus on product-service system innovation. *International Journal of Automotive Technology and Management*, vol. 10, no. 2, pp. 321-341.
- Charter, M. y Tischner, U. (Eds.). (2001). *Sustainable solutions: developing products and services for the Future*. Sheffield: Greenleaf Publishing.
- Cucuzzella, C. y De Coninck, P. (2008, Abril). The precautionary principle as a framework for sustainable design: attempts to counter the rebound effects of production and consumption. En *Economic de-growth for ecological sustainability and social equity*. Paris. Consultado el 22 de Marzo de 2013, de <http://events.it-sudparis.eu/degrowthconference/themes/5Third%20panel%20session/3Production%20degrowth/Cucuzella%20C%20De%20Coninck%20P%20Degrowth%20Paris%20april%202008%20article.pdf>.
- Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa (DGIPYME). (2012). *Retrato de las PYME 2012*. Subdirección de Apoyo a la Pequeña y Mediana Empresa. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Consultado el 22 de Marzo de 2013, de [http://www.ipyme.org/Publicaciones/Retrato\\_PYME\\_2012.pdf](http://www.ipyme.org/Publicaciones/Retrato_PYME_2012.pdf).
- Ehrenfeld, J. y Gertler, N. (1997). Industrial ecology in practice: the evolution of interdependence at Kalundborg. *Journal of Industrial Ecology*, vol. 1, no. 1, pp. 67-79.
- Ehrlich, P.R. y Holdren, J.P. (1971). Impact of population growth. *Science*, vol. 171, no. 3977, pp. 1212-1217.
- EKO3R. (2009). Servicio integral de recogida de aceite doméstico. *Sistema de reciclaje eko3r*. Consultado el 22 de Marzo de 2013, en <http://www.eko3r.com/es/sistema-reciclaje/aceite>.
- Factor 10 Club (1994). Declaration of the Factor 10. *Factor 10 Institute*. Consultado el 21 de Marzo de 2013, de <http://www.factor10-institute.org/publications.html>.
- FAGOR. (2012). *Washing machine with a door comprising a cavity adapted to house a load*. Inventor: Aizpuru, A., Justel, D., Lozano, Urrestilla, J. EUROPA: EP2415921A1.
- Glavič, P. y Lukman, R. (2007). Review of sustainability terms and their definitions. *Journal of Cleaner Production*, 12, vol. 15, no. 18, pp. 1875-1885.
- Gómez, T. (2004). *Propuesta metodológica para la mejora de la eco-eficiencia de los productos industriales a lo largo de su ciclo de vida. Aplicación a las PYME de la Comunidad Valenciana*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Igartua, B. (2006). Experiencias de una empresa certificada. En *8. Congreso Nacional de Medio Ambiente (CONAMA)*. Madrid. Consultado el 20 de Marzo de 2013, de [http://www.conama8.org/modulodocumentos/documentos/JTs/JT1/JT1\\_doc\\_Bego%F1algartua.pdf](http://www.conama8.org/modulodocumentos/documentos/JTs/JT1/JT1_doc_Bego%F1algartua.pdf).
- IHOBE. (2009). *Diseño e Innovación ambiental de producto. Aula de ecodiseño 2008-2009*. Consultado el 20 de Marzo de 2013, de <http://www.ihobe.net/Publicaciones/Ficha.aspx?IdMenu=750e07f4-11a4-40da-840c-0590b91bc032&Cod=bc250559-663b-4de189322489507dcea>.

- Li, S. (2012). The research on quantitative evaluation of circular economy based on waste input-output analysis. *Procedia Environmental Sciences*, vol. 12, Part A, no. 0, pp. 65-71.
- LKS. (2012, Mayo). Edificación Sostenible. En IHOBE, Semana de la eco-eficiencia de Euskadi 2012. *Jornadas de Ecodiseño: un elemento diferenciador para incrementar las ventas*.
- Luiten, W.J., Hoogendorn, J. y van der Horst, J. (2003, Octubre). Business models for inherent sustainable systems (BISS). *11<sup>th</sup> International Conference of Greening of Industry Network*. San Francisco.
- Manzini, E. (2008). Sustainability and discontinuity. En C. Vezzoli y E. Manzini (Eds.), *Design for environmental sustainability*. (pp. 3-13). Londres: Springer.
- Manzini, E., Vezzoli, C. y Clark, G. (2001). Product-service systems: using an existing concept as a new approach to sustainability. *Journal of Design Research*, vol. 1, no. 2, pp. 12-18. Consultado el 22 de Marzo de 2013, en <http://www.inderscience.com/jdr/backfiles/articles/issue2001.02/article2.html>.
- McDonough, W. y Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle: remaking the way we make things*. Nueva York: North point press.
- Meier, H., Roy, R. y Seliger, G. (2010). Industrial product-service systems—IPS2. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, vol. 59, no. 2, pp. 607-627.
- Mont, O. (2002). Drivers and barriers for shifting towards more service-oriented businesses: analysis of the PSS field and contributions from Sweden. *The Journal of Sustainable Product Design*, vol. 2, no. 3, pp. 89-103.
- Mont, O. y Plepys, A. (2008). Sustainable consumption progress: Should we be proud or alarmed?. *Journal of Cleaner Production*, 3, vol. 16, no. 4, pp. 531-537.
- Norman D.A. y Verganti R. (2012, Marzo). Incremental and radical innovation: design research versus technology and meaning change. En *Designing Pleasurable Products and Interfaces Conference*, Milan. Consultado el 20 de Marzo de 2013, de <http://jnd.org/dn.mss/Norman%20%26%20Verganti.%20Design%20Research%20%26%20Innovation-18%20Mar%202012.pdf>.
- Nuij, R. (2001). Eco-Innovation: helped or hindered by integrated product policy. *The Journal of Sustainable Product Design*, vol. 1, no. 1, pp. 49-51.
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (1997). *Eco-efficiency*. Paris: OECD Publishing.
- Pauli, G. (2010). *The blue economy. 10 Years. 100 Innovations. 100 Million jobs*. Taos: Paradigm Publications.
- Schaltegger, S. y Sturm, A. (1990). Ökologische Rationalität. *Die Unternehmung*, vol. 4, no. 90, pp.273-290.
- Shedroff, N. (2009). *Design is the problem. The Future of design must be sustainable*. Nueva York: Rosenfeld Media.
- Spangenberg, J.H., Fuad-Luke, A. y Blincoe, K., (2010). Design for Sustainability (DfS): the interface of sustainable production and consumption. *Journal of Cleaner Production*, 11, vol. 18, no. 15, pp. 1485-1493.
- Tukker, A. y Tischner, U. (2006). Product-services as a research field: past, present and future. Reflections from a decade of research. *Journal of Cleaner Production*, vol. 14, no. 17, pp. 1552-1556.

- Tukker, A. y van den Berg, C. (2006). Product-services and competitiveness. En Tukker, A. y Tischner, U. (Eds). *New business for old Europe: product-service development as a means to enhance competitiveness and eco-efficiency* (pp. 22-71). Sheffield: Greenleaf publishers.
- Tukker, A., Tischner, U. y Verkuijl, M. (2006). Product-services and sustainability. En A. Tukker y U. Tischner (Eds). *New business for old Europe: product-service development as a means to enhance competitiveness and eco-efficiency* (pp. 72-98). Sheffield: Greenleaf publishers.
- Vergragt, P.J. y Van Grootveld, G. (1994). Sustainable technology development in the Netherlands: The first phase of the Dutch STD programme. *Journal of Cleaner Production*, vol. 2, no. 3-4, pp. 133-137.
- Vezzoli, C. (2008). System design for eco-efficiency. En C. Vezzoli y E. Manzini (Eds.), *Design for environmental sustainability*. (pp. 199-212). Londres: Springer.
- Vezzoli, C., Ceschin, F., Diehl, J.C. and Kohtala, C. (2012). Why have 'sustainable product-service systems' not been widely implemented?: Meeting new design challenges to achieve societal sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 11, vol. 35, no. 0, pp. 288-290.
- Weiszäcker, E.v., Lovins, A.B. y Lovins, H. L (1997). Factor Four. Doubling wealth-Halving resource use. *The New Report to the Club of Rome*. Londres: Earthscan.
- Weterings, R.A.P.M. y Opschoor, J.B. (1992). *The ecocapacity as a challenge to technological development*. Rijswijk: Advisory Council for Research on Nature & Environment (RMNO).
- Wimmer, R., Kang, M. J., y Lee, K. P. (2006). Emotional PSS Design: beyond the Function. *Proceedings: Changes to Sustainable Consumption* (pp. 23-25).
- Winkler, H. (2011). Closed-Loop production systems—a sustainable supply chain approach. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, vol. 4, no. 3, pp. 243-246.
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD). (1997). *Eco-efficiency learning module*. Consultado el 20 de Marzo de 2013, de <http://www.wbcd.org/pages/EDocument/EDocumentDetails.aspx?ID=13593&NoSearchContextKey=true>.