

- ES **Estrategias de diseño de producto para una economía circular**
- EN **Product design strategies in a circular economy**
- ITA **Delle strategie di design di prodotti per un'economia circolare**
- FRA **Stratégies de design de produit pour une économie circulaire**
- POR **Estratégias de design de produto para uma economia circular**

Iris Andrea Reyes Forero

Estrategias de diseño de producto para una economía circular

Recibido: 22/07/2020; Aceptado: 3/03/2021; Publicado en línea: 8/06/2021.

<https://doi.org/10.15446/actio.v5n1.96434>



**IRIS ANDREA
REYES FORERO**

Diseñadora industrial y estudiante de la maestría en Medio Ambiente y Desarrollo del Instituto de Estudios Ambientales -IDEA- de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.
Correo electrónico:
iareyesf@unal.edu.co

ID 0000-0002-5625-8030

RESUMEN (ESP)

La necesidad de habitar en un planeta cuyos recursos son limitados ha llevado a que se desarrollen estrategias desde todos los campos del conocimiento para cumplir con el objetivo de evitar la destrucción total de los recursos naturales. El concepto de *economía circular* comenzó a vislumbrarse en la década de los 70, sin embargo, actualmente sigue siendo un tema nuevo para muchos. Este artículo tiene como objetivo revisar e identificar los trabajos centrados en las estrategias de diseño de producto que han surgido para la economía circular, con el fin de servir como guía en las barreras, indicadores y herramientas que resultan útiles para personas interesadas en procesos de diseño con un enfoque en la sostenibilidad. Los criterios para delimitar la búsqueda, selección, codificación y síntesis de los 50 artículos científicos originales que formaron parte de la revisión fueron los siguientes: incluir estudios publicados desde 2013 hasta el 2019, publicados en el continente europeo, en lengua inglesa y española, por medio de palabras clave en bases de datos y en citas bibliográficas. La información obtenida mediante los artículos seleccionados demostró que, a cualquier disciplina relacionada con el desarrollo de bienes y servicios, le compete aplicar, o al menos conocer, modelos acordes con la economía circular, concepto que ha nacido para disociar el crecimiento económico con la explotación de recursos.

PALABRAS CLAVE: *economía circular, diseño de producto, modelos estratégicos, diseño sostenible, cero desperdicios.*

ABSTRACT (ENG)

The need to inhabit a planet with limited resources has led to the development of strategies in all the fields of knowledge to comply with the goal of avoiding total destruction of the natural resources. The concept of *circular economy* was first introduced in the 70s, it is, however, still a new subject for many. This article's purpose is to review and identify those works focused on product design strategies in a circular economy, that would serve as a guide to the obstacles,

indicators and tools useful to those interested in design processes focused on sustainability. The following criteria were used to delimit the search, selection, codifying and synthesis of the 50 original scientific articles included for review: surveys published from 2013 to 2019, edited in Europe, in English and Spanish, by key words in databases and bibliographical quotes. The information obtained through the selected articles showed that every discipline associated with the development of goods and services, should apply, or at least be familiar with, models coherent with a circular economy, concept that was created to dissociate economic growth from resource exploitation.

KEY WORDS: *circular economy, product design, strategic models, sustainable design, zero waste.*

RIASSUNTI (ITA)

La necessità di abitare un mondo le cui risorse sono limitate ha portato allo sviluppo, da diversi campi della scienza, delle strategie diverse per la comprensione e le conoscenze orientate allo scopo di non sfinire le risorse naturali. Il concetto di *economia circolare* risale agli anni 70, tuttavia oggi è ancora un nuovo approccio per tanti. La relazione ha come scopo rivedere ed identificare i lavori centrati nelle strategie di design di prodotto che sono nate nell'ambito dell'economia circolare: difficoltà, indicatori e strumenti, con il proposito di creare una sorta di appoggio teorico per le persone interessate nei processi di design e sostenibilità. I criteri per limitare la ricerca, selezione, codificazione e sintesi dei 50 articoli scientifici originali trovati nella fase dell'indagine sono stati i seguenti: studi pubblicati dall'anno 2013 fino al 2019 in Europa, in lingue inglese e spagnolo e tramite ricerche di parole chiavi in diverse database e riferimenti bibliografici. L'informazione identificata nei lavori selezionati ha dimostrato che a qualsiasi disciplina o scienza riferita oppure in rapporto con lo sviluppo di beni e servizi spetta applicare oppure, al meno conoscere, i modelli dell'economia

circolare, un concetto nato proprio per dissociare lo sviluppo economico dallo sfruttamento delle risorsa naturali.

PAROLE CHIAVI: *economia circolare, design di prodotti, modelli strategici, design sostenibile, zero spreco.*

RÉSUMÉ (FRA)

Le fait d'habiter une planète dont les ressources sont limitées a conduit à la nécessité de concevoir, depuis tous les domaines de la connaissance, des stratégies pour atteindre l'objectif d'éviter la destruction totale des ressources naturelles. Bien qu'il soit apparu dans la décennie 1970, le concept d'économie circulaire reste encore pour beaucoup un thème nouveau. Le présent article a comme objectif de réviser et identifier les travaux axés sur les stratégies de design de produit pour l'économie circulaire, et ainsi de constituer un guide en matière de barrières, indicateurs et outils qui soit utile pour toute personne s'intéressant aux processus de design avec une approche de durabilité. Les critères pour délimiter la recherche, la sélection, le codage et la synthèse des 50 articles scientifiques originaux soumis à notre révision furent les suivants: sélectionner des études publiées entre 2013 et 2019 sur le continent européen, en anglais et en espagnol, au moyen de mots clés dans des bases de données et des citations bibliographiques. Des informations obtenues à partir des articles sélectionnés il ressort qu'il revient à toute discipline liée au développement de biens et services d'appliquer, ou au moins de connaître, des modèles conformes à l'économie circulaire, un concept qui a émergé pour dissocier la croissance économique et l'exploitation des ressources.

MOTS CLÉS: *économie circulaire, design de produit, modèles stratégiques, design durable, zéro gaspillage.*

RESUMO (POR)

A necessidade de habitar um planeta cujos recursos são limitados tem levado ao desenvolvimento de estratégias em todas as áreas do conhecimento para cumprir o objetivo de evitar a destruição total dos recursos naturais. O conceito da *economia circular* começou a surgir na década de 1970, no entanto, ainda é um tema novo para muitos hoje. Este artigo visa examinar e identificar os trabalhos focados em estratégias do design de produto que surgiram para a economia circular, de forma a servir de guia nas barreiras, indicadores e ferramentas úteis para pessoas interessadas em processos do design com foco na sustentabilidade. Os critérios da delimitação da busca, seleção, codificação e síntese dos 50 artigos científicos

originais que fizeram parte da revisão foram os seguintes: incluir estudos publicados de 2013 a 2019, publicados no continente europeu, em inglês e espanhol, através de palavras-chave nos bancos de dados e nas citações bibliográficas. As informações obtidas através dos artigos selecionados mostraram que qualquer disciplina relacionada ao desenvolvimento de bens e serviços é responsável por aplicar, ou pelo menos conhecer, modelos consistentes com a economia circular, conceito que nasceu para dissociar o crescimento econômico da exploração de recursos.

PALAVRAS-CHAVE: *economia circular, design do produto, modelos estratégicos, design sustentável, desperdício zero.*

Una de las variables para delimitar la revisión fue seleccionar únicamente artículos publicados en el continente europeo, ya que de allí surgen los términos y las teorías que definieron a la EC en sus comienzos, así como el diseño de productos y servicios. También se descartaron aquellos artículos que están escritos en una lengua diferente al inglés o al español. Se usaron dos técnicas de búsqueda para la obtención de los artículos científicos originales.

INTRODUCCIÓN

La economía circular (EC), definida como un sistema industrial restaurador o regenerativo por intención y diseño (Ellen MacArthur Foundation, 2013), se ha propuesto como una solución por parte de la Comisión Europea desde el 2015. La EC es una estrategia económica que sugiere formas innovadoras de transformar los sistemas predominantes del mercado. Es lo contrario a un sistema lineal de consumo, a la vez que logra ser rentable ahorrando materiales y preservando recursos valiosos. (Stahel, 2012). Los principios presentados por la EC están arraigados en diferentes escuelas de pensamiento, como la ecología industrial, la biomimética y de la cuna a la cuna (McDonough y Braungart, 2002; Mentink, mayo 8, 2014; Ellen MacArthur Foundation, 2016).

Se propuso identificar las barreras, herramientas e indicadores de las estrategias usadas desde el diseño de productos (entendidos como bienes materiales e inmateriales) que apoyan nuevos modelos de negocios para cumplir los objetivos de la EC que tiene implicaciones sociales y medioambientales. Por lo tanto, resultó un artículo de revisión de carácter descriptivo-exploratorio que consiste en una parte preliminar de la identificación de bibliografías, la metodología empleada, los resultados obtenidos y, finalmente, el análisis y la discusión sobre ellos, para que luego pueda ser considerado útil en estudios sobre la relación de la EC y el diseño de productos.

METODOLOGÍA

Para cumplir el objetivo del artículo, se utilizaron criterios de búsqueda y de inclusión para seleccionar los estudios que finalmente formaron parte de la revisión. Ambos criterios se describen a continuación.

1. Búsquedas en bases de datos bibliográficas del Sistema Nacional de Bibliotecas de la Universidad Nacional de Colombia como Academic Search Complete, Sciedirect y Mendeley. Las palabras clave utilizadas fueron (incluyendo sus equivalentes en español): *circular economy, industrial design, product design, sustainability, closed loops, business strategies, circular product design, eco design, methods, resource recovery, eco management, zero waste, model strategies, cradle to cradle, industrial ecology*.
2. Búsqueda con sinónimos de las palabras de los conceptos más relevantes y búsqueda con operadores booleanos para localizar los registros que contenían los términos coincidentes en uno de los campos especificados.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Luego de haber utilizado las diferentes herramientas de búsqueda, se seleccionaron para la revisión aquellos artículos que cumplieran con los siguientes criterios:

1. Tener acceso a la información completa del artículo, incluidas gráficas y anexos.
2. Tener en el título del artículo al menos una de las palabras clave definidas anteriormente para la búsqueda. Se incluyeron artículos que contienen aspectos prácticos sobre la aplicación de estrategias específicas para la EC. Se excluyeron estudios que están enfocados en aspectos meramente técnicos de la recirculación de materiales o de modelos de negocios circulares.

La cantidad total de los resultados de la búsqueda por medio de las fórmulas fue de 312. La combinatoria más efectiva fue «*circular economy AND product design*» con 51 resultados en Academic Search Complete, seguido de «*circular economy AND industrial design*» con 39 y «*circular economy AND business model*» con 28. Luego siguió «*Circular economy and model strategies*» con 8 y «*circular economy and closed loops AND design*» con 55 resultados en Mendeley. «*JN “Journal of Industrial Ecology” AND circular economy*»

obtuvo 45 resultados en Academic Search Complete y «Circular economy AND product design AND methods» obtuvo 86 resultados en Science Direct.

Del periodo de tiempo en que se publicó cada uno de los 50 artículos consultados se deduce que la EC es un concepto joven y que hasta hace pocas décadas se ha estudiado. De los 50 artículos encontrados, el 46 % fueron publicados en el 2019, 20 % en el 2018, 22 % en el 2017, 6 % en el 2016, 4 % en el 2015 y 2 % en el 2013. En cuanto a la delimitación espacial, la búsqueda se limitó a países europeos ya que en este continente surgen los términos y las teorías que definen a la EC en sus comienzos, así como el diseño de productos y servicios. El país con mayor número de estudios fue Reino Unido con 10, seguido de España y Holanda con 8 cada uno, Dinamarca con 6, Suecia con 5, Alemania con 4, Italia con 3, Francia y Suiza con 2 cada uno y Bulgaria con 1.

RESULTADOS

En los resultados obtenidos se pudo identificar el significado de la EC desde las diferentes corrientes teóricas que han surgido en los últimos años. Se deduce que se logra diseñando y optimizando productos para eliminar residuos, lo cual permite la reutilización eficiente, el desmontaje y la renovación. Además, aboga por la recolección separada y la utilización de materiales recuperados (de consumibles y productos duraderos) dentro de la misma cadena de producto (Ellen MacArthur Fundation, 2016).

En todos los artículos analizados se hace una introducción sobre lo que significa la EC antes de hablar sobre las nuevas estrategias de diseño que han surgido. Los marcos teóricos más significativos han sido «de la cuna a la cuna» (Cradle to cradle C2C) (McDonough y Braungart, 2002), «desempeño de la economía» o *Economy Performance* (Stahel, 2012), «economía azul» (Gunter, 2010), «el diseño regenerativo» (Lyle, 1996), «símbiosis industrial» (Lowe y Evans, 1995), «el capitalismo natural» o *Natural Capitalism* (Hawken *et al.*, 1999) y el biomimetismo o *Biomimicry* (Benyus, 2002). Por lo anterior, es importante conocer cuáles han sido esas corrientes medioambientales que han influido en el diseño.

CORRIENTES MEDIOAMBIENTALES

En 1970 se comenzó a hablar sobre «diseño verde», que se refiere al diseño y desarrollo de productos con un enfoque en temas aislados tales como la selección de materiales reciclables. Luego, en los 80 aparece

el concepto de «ecodiseño», en el cual se considera que el diseño se debe desarrollar con consideraciones ambientales en cada etapa del proceso. El «diseño sostenible» se comienza a implementar en los 90, incluyendo consideraciones ecológicas, económicas y además sociales como el impacto en las fábricas a los trabajadores y en las comunidades. Finalmente, le sigue el «diseño para la sostenibilidad» que incluye el rediseño radical de los productos y servicios que luchan por un futuro sostenible (Moreno, De los Rios, Rowe y Charnley, 2016).

Una de las cosas en común en estas corrientes es que tienen presentes los siguientes nueve elementos para ser monitoreados: entradas, salidas, recursos, producción, distribución y servicios, consumo, manejo del desperdicio (Hidalgo, Martín-Marroquín y Corona, 2019), diseño para la EC y, por último, la educación para la EC (Suárez-Eiroa, *et al.*, 2019). Como resultado de dichos movimientos del siglo XX, se ha hablado abiertamente sobre una «economía verde» que pretende aliviar el impacto ambiental y hacer un uso eficiente de los recursos, aunque este término insiste en el crecimiento infinito y expansionista (Mathews, 2011). Esta economía verde no soluciona los problemas de raíz, ya que se ha orientado hacia la internalización de costes ambientales y ha impulsado el principio de «quien contamina paga» (Prieto, Jaca y Ormazabal, 2017) por lo que no se procura evitar la contaminación o la explotación de recursos.

EL PAPEL DEL DISEÑO EN LA EC

El diseño ha sido reconocido en la literatura como un catalizador para ir de una economía lineal a una circular desde 1971, cuando Victor Papanek indicó que el diseño industrial es una profesión peligrosa, y no mucho ha cambiado (Papanek, 1971), ya que existen muchos productos en la actualidad que no son diseñados para cerrar los ciclos. Se ha demostrado que el diseño de productos con un ciclo de vida lineal es una de las barreras para el éxito de los modelos de negocio basados en economías circulares (Pheifer, 2017). Sin embargo, si se considera al diseño industrial como la raíz del problema, también puede ser el inicio de la solución.

Lo anterior se relaciona con el concepto de *ecoeffectividad*, propio de la corriente «de la cuna a la cuna» (C2C), porque comprende estrategias pensadas para «el metabolismo» o asimilación de los materiales (Braungart *et al.*, 2007). Quiere decir que un producto que se componga de uno o más materiales debe ser diseñado para que cada material se integre en un ciclo biológico o técnico. Los materiales en el ciclo biológico deben

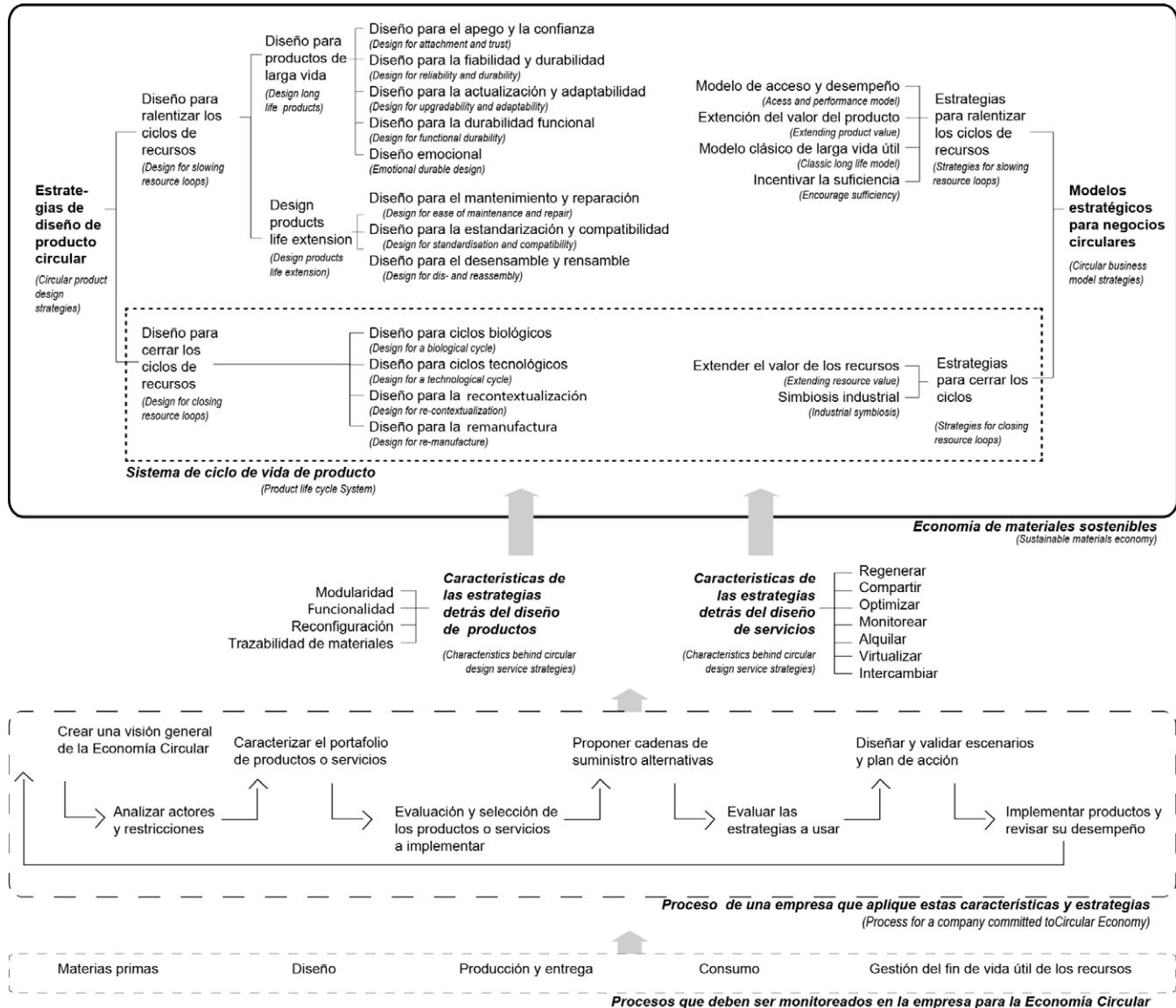


Figura 1. Sistema de estrategias para la economía circular. Elaboración propia basada en Suárez-Eiroa, et al. (2019), Mesa, Esparragoza y Maury (2018), Moreno et al. (2016) y Kampmann (2019).

regresar al suelo para ser compostados o descompuestos, mientras que los materiales en el ciclo técnico deben ser recuperados y reintegrados a la cadena de producción (Braungart y Engelfried, 1992). Naturalmente, los materiales desperdiados (orgánicos e inorgánicos) tienen múltiples componentes que requieren nuevos sistemas de recuperación de los recursos. Estos sistemas deben estar acompañados de modelos innovadores de negocios que permitan la creación, el aprovisionamiento y la captura de valor en las cadenas circulares de producción y diseño (Velenturf et al., 2019).

ESTRATEGIAS PARA LA EC

Además de las estrategias de diseño, no se puede hablar de la EC sin tener en cuenta los modelos de negocio y sus estrategias, ya que las segundas están respaldadas por las primeras. En el sistema de estrategias para la EC, de la figura 1, se muestra cuáles son las estrategias de diseño que apoyan nuevos modelos de negocios y cómo están enmarcadas dentro de otras teorías. Como su nombre lo dice, es una economía basada en ciclos, por lo tanto, propone modelos estratégicos desde el diseño y desde los negocios para ralentizar o cerrar ciclos (figura 1).

Vemos que, en el complejo sistema entre ambiente, economía y sociedad, las estrategias expuestas anteriormente se pueden ver en diferentes niveles: en las empresas (a nivel micro) donde se mejoran procesos y prácticas, el uso de energía limpia, un consumo eficaz de las materias primas, el ecodiseño de sus productos, la implementación de ecoetiquetas y la trazabilidad para disminuir su huella ambiental, entre otras iniciativas; en segundo lugar (a nivel medio), donde las organizaciones empiezan a interactuar en red para compartir recursos y revalorizar o reutilizar residuos, como en los ecoparques industriales ecológicos, también llamada «símbiosis industrial» (van der Wiel, Bossink y Masurel, 2012); finalmente, a nivel macro, donde pueden darse iniciativas desarrolladas en ámbitos regionales o nacionales, como son las ecociudades, los ecomunicipios o las provincias ecológicas.

Para conectar los tres niveles existe la innovación sostenible a nivel de sistemas o micro, el desempeño económico de una empresa con negocios sustentables a nivel medio, y los modelos estratégicos de diseño que sirven de vehículo para coordinar innovaciones sociales con componentes tecnológicos a nivel macro (Boons y Ludeke-Freund, 2013).

BARRERAS

En la puesta en práctica de dichas estrategias de diseño, y para que todas estas se lleven a cabo en escenarios reales, es importante sobreponer las barreras de la EC mencionadas en el artículo «Barreras a la economía circular: evidencia de la Unión Europea», donde se clasifican en barreras legales, culturales, del mercado y de las tecnologías. Para este artículo, desarrollaremos las tres barreras más sobresalientes en la búsqueda bibliográfica: la decisión del consumidor, la obsolescencia y la barrera tecnológica.

LA DECISIÓN DEL CONSUMIDOR

Hablando desde una perspectiva a nivel micro, en cuanto a la relación de las empresas con los consumidores, la EC, así como la economía tradicional, está enmarcada en las dinámicas del mercado entre oferta y demanda. Por eso la demanda por parte del consumidor es un componente crucial para el éxito de las estrategias del diseño de productos y, en un momento dado, puede convertirse en una barrera para las estrategias de diseño para la EC. En el caso de los bienes de consumo de alta rotación –Fast Moving Consumer Goods (FMCG)–, se dice que pueden ser revalorizados dentro de un Sistema

Producto Servicio donde el consumidor juega un papel importante al cerrar los ciclos de los recursos o materiales de un producto (Zeeuw van der Laan y Aurisicchio, 2019).

Por ejemplo, esto sucede en la industria de los empaques, que es una de las que más daño causa al medio ambiente debido a su alto volumen de producción, corto tiempo de uso y manejo de basuras (Geueke, Groh y Muncke, 2018). Es pertinente resaltar los resultados de un estudio holandés mostrado en el artículo «Effects of sustainable design strategies on consumer preferences for redesigned packaging» (Efectos de las estrategias de diseño sostenible en las preferencias del consumidor para envases rediseñados), en el cual se evaluó el deseo de compra del cliente respecto a los rediseños sustentables aplicados a diferentes empaques. De este estudio se concluyó que los consumidores responden favorablemente a los empaques con diseños más sostenibles, pero, particularmente, a aquellos donde se aplica «design for biological cycle», es decir que se diseñó pensando en que los materiales entren en un ciclo biológico luego de su desuso (Steenis, van der Lans, van Herpen y van Trijp, 2018).

Los esfuerzos de los consumidores deben ser apoyados por los esfuerzos de la industria del plástico. Estudios relacionados con las propiedades físico-mecánicas y químicas de cada tipo de plástico reciclado son fundamentales para un uso más efectivo, como el caso del PET, PP y PE (Eriksen, Christiansen, Daugaard y Astrup, 2019). En un estudio realizado por la Universidad Técnica de Dinamarca, el potencial de circularidad indica que el mejor comportamiento que se ha dado en un sistema de recuperación de plástico en la fuente cierra el ciclo de 42 % de los materiales. Esto sugiere que, con la tecnología actual, Europa aún no cuenta con la tecnología suficiente para poder cerrar el ciclo de los plásticos.

LA OBSOLESCENCIA

Contrario a lo que sucede hoy en día, en parte, gracias a la obsolescencia programada, los consumidores se ven forzados algunas veces a dejar de usar un producto así no lo quieran. Lo cual es una barrera para las estrategias propuestas para productos de larga vida (design long life products) (figura 1). Para esto, vale aclarar algunos tipos de obsolescencia, como la relativa y la absoluta. La primera ocurre cuando el consumidor decide ya no usar más un producto porque no lo necesita o porque el producto está «desactualizado» en su estética o el contexto. La obsolescencia absoluta está ligada a una falla en el estado físico del producto en su consumo, que funciona parcialmente o cuando los consumibles del producto

se han agotado, también por falta de soporte técnico, como una barrera tecnológica o disponibilidad de los componentes (Zeeuw van der Laan y Aurisicchio, 2019)

Países como Francia tienen una respuesta en su legislación dirigida específicamente a la obsolescencia programada (Richter, Tähkämö y Dalhammar, 2019) y hay un creciente interés en incorporar más estándares de durabilidad entre las directivas de ecodiseño de la Unión Europea (Maitre-Ekern y Dalhammar, 2016). Otro caso de regulación para la EC es el Programa de Responsabilidad Extendida de los Productores (EPR por sus siglas en inglés) que, de acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), se aproxima a una política ambiental en la cual la responsabilidad del productor se extiende hasta la etapa posconsumo del ciclo de vida (Rubio et al., 2019). De manera que, además de trasladarse la responsabilidad de las autoridades municipales a los productores, se incentiva a los productores a incorporar consideraciones ambientales en el diseño de sus productos.

BARRERA TECNOLÓGICA

Birgit Geueke y Julian Kirchherr concuerdan en que una de las barreras más relevantes de la EC es la barrera tecnológica, en especial por la disponibilidad y calidad limitada de materiales reciclados, especialmente en el mundo de los polímeros. En todo caso, la eficiencia de los procesos de reciclaje depende de una caracterización minuciosa de los contaminantes más comunes para que sean eliminados. A corto plazo, diferentes actividades pueden contribuir de inmediato a un sistema de reciclaje más eficiente y sostenible del envasado de alimentos. Por ejemplo, envases rediseñados en vista de su reciclabilidad y reutilización, tendencias de empaquetado actuales y futuras (como nanocomuestos, activos y materiales inteligentes) pueden ser evaluados enfocándose en su seguridad y complementados con la educación a los consumidores de cómo disponerlos para cerrar sus ciclos. Actividades relacionadas con las estrategias propuestas en el diseño son útiles para cerrar los ciclos de los recursos (Design for closing resource loops) (figura 1).

INDICADORES

Sea la industria que sea, en cualquier sector, cabe resaltar que existen diferentes tipos de indicadores que miden el éxito de las estrategias de diseño de producto para la EC. Una clasificación propone tres categorías que se describen a continuación: 1) los indicadores de sostenibilidad que están relacionados con el desempeño energético, el uso de materias

primas, las emisiones a la atmósfera y el número de sustancias peligrosas. 2) Indicadores económicos que se centran en el costo asociado a esas materias primas y la energía, la fuerza laboral y las ganancias. 3) Los indicadores sociales que suelen abordar el impacto en las personas, en cuanto a todo lo relacionado con seguridad ocupacional, entre otros (Jawahir et al., 2006). Por otra parte, existe otra clasificación de Eurostat, la oficina de estadística de la Unión Europea, que cuenta con cuatro tipos de indicadores para la EC, los cuales son: 1) indicadores de producción y consumo, 2) indicadores de manejo de desperdicios, 3) indicadores de materias primas secundarias y 4) indicadores de competitividad e innovación.

HERRAMIENTAS

Además de los indicadores se encuentran también diferentes herramientas que sirven como un refuerzo para las estrategias de diseño para la EC, como las *sustainable consumption and production tools* (herramientas de consumo y producción sustentables), en las cuales se incluyen: *Environmental Management System* (sistemas de gestión ambiental) (EMS), *Green Public Procurement* (contratación pública «verde») (GPP), *Ecodesign Directive* (directivas de ecodiseño), *Ecolabel* (etiquetas verdes), *Energy Label and Environmental Technology Verification* (etiqueta energética y verificación de tecnología ambiental) (ETV). En un estudio realizado en Italia se demostró que las herramientas más investigadas y utilizadas son EMS y directivas de ecodiseño, las demás son raramente tomadas en consideración.

Por otra parte, está el *brief* (documento informativo con los lineamientos básicos de diseño) como herramienta fundamental. Se dice que los diseñadores de productos deberían, primero, abordar de manera holística la cuestión relativa a la complejidad del producto y, segundo, ajustarse a los próximos desafíos de diseño. El *brief*, como uno de los puntos de partida, debe ampliarse para considerar, además de los conceptos de diseño, los materiales y la materia prima, como lo afirmó Singh y Ordoñez, según un estudio realizado en el 2015 sobre las incertidumbres al final de la vida útil de los productos y su relación con los procesos que deben ser monitoreados en la empresa para la EC (figura 1). El manejo de materiales a gran escala podría ayudar a los diseñadores a predecir cómo sería la recogida del material por adelantado (para las materias primas no vírgenes) y de esta manera facilitar los procesos creativos. Esto es lo mismo que la primera estrategia para la EC circular suppliers (proveedores

circulares) que explica que las empresas deberían rechazar el uso de recursos nuevos y escasos, y contar al menos con recursos renovables y reciclables.

Por último, el ecodiseño es entendido como una herramienta con el propósito de minimizar los impactos medioambientales del ciclo de vida del producto. El *backcasting* (método de planificación que comienza con la definición de un futuro deseable y luego funciona hacia atrás para identificar políticas y programas que conectarán ese futuro específico con el presente) puede ser definido como «una aproximación a estudios futuros que involucra el desarrollo de escenarios normativos dirigidos a explorar la viabilidad y las implicaciones de lograr ciertos objetivos deseados» (Robinson, 2003, p. 841). No tiene la intención de predecir, sino de alcanzar un estado futuro deseado para reconocer límites y oportunidades en el uso de las estrategias. Un artículo de *Journal of Industrial Ecology*, llamado «Integrating Backcasting and Eco-Design for the Circular Economy», explica la implementación efectiva de las estrategias que requieren un cambio sistémico a través de las cadenas de suministro principalmente. Para esto, desarrollaron el concepto de «*backcasting* y ecodiseño» (BECE); el objetivo es empoderar a las organizaciones incorporando el concepto en la toma de decisiones corporativas.

Tanto para el diseño de productos como de servicios, las herramientas e indicadores nombrados anteriormente demuestran una vez más que las estrategias se deben llevar a cabo bajo un pensamiento sistémico, para lo cual se ajusta el concepto de Sistema Producto Servicio (PSS, *Product Service System*) que une las estrategias de ecodiseño y los modelos de negocios circulares. Cabe mencionar que la mayoría de las clasificaciones hacen una distinción entre tres categorías principales de PSS (Tukker, 2013): 1) servicios orientados al producto, 2) servicios orientados al uso y 3) servicios orientados a los resultados. Categorías que se relacionan con las características de las estrategias detrás del diseño de servicios (*characteristics behind circular design service strategies*) que son: regenerar, compartir, optimizar, monitorear, alquilar, virtualizar e intercambiar (figura 1).

DISCUSIÓN

Se observa la importancia del trabajo multidisciplinario para proporcionar orientación a los diseñadores con el fin de implementar dichas estrategias. Por un lado, se debe incentivar la labor conjunta con personas expertas en formulación de modelos de negocio ya que es indispensable el análisis de negocios y la observación de posibles mercados emergentes. El ecodiseño, como eje para transformar paradigmas, necesita unas bases bien

establecidas en los cambios culturales que se requieren para educar a las personas a que entiendan la importancia de la EC.

Por otra parte, en el contexto de las grandes industrias, se ha demostrado que los nuevos marcos teóricos y corrientes de pensamiento pueden transformar cadenas de valor y mercados. Por lo tanto, el resultado más sobresaliente que emerge de este artículo es que la EC no es un concepto pasajero o una tendencia que pronto desaparecerá, sino que es un paradigma de actuación que ha resultado de la evolución del concepto de sostenibilidad y su aplicación en la economía, la sociedad y el cuidado del medio ambiente, el cual tiene que perdurar de aquí en adelante.

CONCLUSIONES

Al implementar ambos tipos de estrategias, ya sea desde el ecodiseño o desde modelos de negocio sustentables, se espera que las partes interesadas o stakeholders puedan obtener los mayores beneficios económicos y ambientales a lo largo de la cadena de valor que promete la EC. Mientras que el ecodiseño abarca los principios, estrategias y métodos para diseñar productos con consideraciones ambientales (como el diseño para la durabilidad, diseño para el mantenimiento, diseño para el reciclaje) (Bovea, et al., 2018), los modelos de negocio sostenible se concentran en reemplazar la propiedad del capital por el uso de servicios lo que se asocia más con el concepto de desmaterialización (Franco, 2019).

Existen diferentes escuelas de pensamiento con respecto a la EC, todas comparten un tema central, pero difieren en los resultados e implementaciones. Algunas se concentran en la minimización de los residuos y la extracción de recursos, otros se centran en el potencial de crecimiento económico (Ellen MacArthur Fundation, 2015), y otros sobre la reducción del impacto al medio ambiente (Allwood, 2014).

La EC necesitará desarrollarse globalmente, incrementando la coherencia política interna y externa en las acciones de la Unión Europea. De este modo, será esencial para la implementación de los compromisos globales asumidos por los Estados miembros de la Unión Europea, la acción de las Naciones Unidas Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible y el G7 Alianza en Eficiencia de Recursos. Este plan de acción será un instrumento en el logro de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) para 2030 (Türkeli, 2019).

Sin embargo, hace falta profundizar en el desarrollo de estrategias hacia la dependencia que debería existir entre los diseñadores de productos y los que gestionan los residuos, ya que exige una colaboración más estrecha como requisito previo en el diseño para cerrar el ciclo de los recursos.

RECOMENDACIONES

Es importante resaltar que todas las corrientes están de acuerdo en que es importante el rol del diseño, de la educación y la regulación como elementos transversales a la aplicación de todos los modelos estratégicos para la EC y la reducción de sus barreras.

La tendencia en la mayoría de la literatura revisada está dirigida al diseño de productos meramente tangibles, en general, productos de la línea blanca, por eso se recomienda buscar, por medio de otros conceptos, si se quiere encontrar artículos con un abordaje más global. Por ejemplo, buscar PSS ya que tienen en cuenta el valor tangible e intangible. Incluso, una manera recomendada puede ser buscar por otras áreas de conocimiento distintas al diseño, como el *mercadeo*, que también juegan un papel crucial. Junto con el diseño gráfico son determinantes en el éxito de un modelo de negocio circular.

Dicha exploración debe contemplar la selección de una o varias estrategias desde el ecodiseño de productos (como reusar, remanufacturar o reciclar) y la selección de un modelo de negocio (como alquiler, PSS, etc.). De esta manera, se puede conseguir la combinación de las más optimas estrategias para el modelo que mejor se acomode a la organización (muchos artículos llegan a la misma conclusión). Incluso, todas estas estrategias son globales hasta que se aplican en un contexto específico, donde es necesario una exploración sistemática para cada caso.

REFERENCIAS

- ALLWOOD, J. M. (2014). Chapter 30 - Squaring the Circular Economy: The Role of Recycling within a Hierarchy of Material Management Strategies. *Handbook of Recycling*, 445-477.
- ANNE, P. M. et al. (2019). Circular economy and the matter of integrated resources. *Science of the Total Environment*, 689, 963-969.
- BENYUS, J. M. (2002). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. Harper Perennial.
- BOONS, F. y Ludeke-Freund, F. (2013). Business Models for Sustainable Innovation: State of the Art and Steps Towards a Research Agenda. *Journal of Cleaner Production*, 45, 9-19.
- BOVEA, M., Quemades, P., Pérez, V. y Braulio, M. e Ibáñez, V. (2018). Options for labelling circular products: Icon design and consumer. *Journal of Cleaner Production*, 202, 1253-1263.
- BRAUNGART, M. y Engelfried, J. (1992). An “intelligent product system” to replace “waste management”. *Fresenius Environmental Bulletin*, 1, 613-619.
- BRAUNGART, M., McDonough, W. y Bollinger, A. (2007). Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions-a strategy for eco-effective product and system design. *Journal of Cleaner Production*, 15(13-14), 1337-1348.
- ELLEN Macarthur Foundation. (2013). *Towards the Circular Economy. Economic and Business rationale for an accelerated transition*. <https://n9.cl/97xw>
- ELLEN MacArthur Foundation. (2014). *Hacia una economía circular*. <https://n9.cl/q1lg1>
- ELLEN MacArthur Fundation. (2016). *What is the circular economy?* <https://n9.cl/pkwo2>
- ELLEN McArthur Foundation. (2015). *Hacia una economía circular: Motivos económicos para una transición acelerada*. <https://n9.cl/raocs>
- ERIKSEN, M., Christiansen, J., Daugaard, A. y Astrup, T. (2019). Closing the loop for PET, PE and PP waste from households: Influence of material properties and product design for plastic recycling. *Waste Management*, 96, 75-85.
- FRANCO, M. A. (2019). A system dynamics approach to product design and business model strategies for the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118-327.
- GEUEKE, B., Groh, K. y Muncke, J. (2018). Food packaging in the circular economy: Overview of chemical safety. *Journal of Cleaner Production*, 193, 491-505.
- GUNTER, P. (2010). *The Blue Economy*. Parading Publications.
- HAWKEN, P., Lovins, A. y Lovins, H. (1999). *Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution*. Little, Brown y Company.

- HIDALGO, D., Martín-Marroquín, J. M. y Corona, F. (2019). A multi-waste management concept as a basis towards a circular economy model. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 11, 481-489.
- JAWAHIR, I., Dillon, O., Rouch, K. y Joshi, K. (2006). Total life-cycle considerations in product design for sustainability: A framework for comprehensive evaluation. *10th International Research/Expert Conference*. Barcelona.
- KAMPMANN, M. (2019). *Quality and Recyclability of Plastic from Household Waste*. Technical University of Denmark.
- LYLE, J. T. (1996). *Regenerative Design for Sustainable Development*. Wiley.
- MAITRE-EKERN, E. y Carl, D. (2016). Regulating Planned Obsolescence: A Review of Legal Approaches to Increase Product Durability and Reparability in Europe. *Review of European, Comparative & International Environmental Law*, 25(3), 378-394.
- MARCEL C. den Hollander, C. A. (2017). Product Design in a Circular Economy. *Journal of Industrial Ecology*, 10.
- MATHEWS, J. A. (2011). Naturalizing capitalism: The next Great Transformation. *Futures*, 43, 868-879.
- MCDONOUGH, W. y Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle: remaking the way we make things*. North Point Press.
- MENTINK, B. (8 de mayo de 2014). *Circular Business Model Innovation: A process framework and a tool for business model innovation in a circular economy* [tesis de maestría, Delft University of Technology & Leiden University].
- MESA, J., Esparragoza, I. y Maury, H. (2018). Developing a set of sustainability indicators for product families based on the circular economy model. *Journal of Cleaner Production*, 196, 1429-1442.
- MORENO, M., De los Rios, C., Rowe, Z. y Charnley, F. (2016). A Conceptual Framework for Circular Design. *Sustainability*, 8, 1-15.
- PAPANEK, V. (1971). *Design for the real world*. Literary Agency.
- PHEIFER, A. G. (2017). *Barriers & Enablers to Circular Business Models*. Value C.
- PRIETO, V., Jaca, C. y Ormazabal, M. (2017). Economía circular: Relación con la evolución del concepto de. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 15, 85-95.
- RICHTER, J., Tähkämö, L. y Dalhammar, C. (2019). Trade-offs with longer lifetimes? The case of LED lamps considering product development and energy contexts. *Journal of Cleaner Production*, 226, 195-209.
- ROBINSON, J. B. (octubre de 2003). Future Subjunctive: Backcasting as Social Learning. *Future*, 35(8), 839-856.
- RUBIO, S., Rodrigues, T., Rodrigues, M. y Barbosa, A. (2019). Effectiveness of extended producer responsibility policies implementation: The case of Portuguese and Spanish packaging waste systems. *Journal of Cleaner Production*, 210, 1-14.
- SERDAR Türkeli, B. H. (2019). Circular Economy as a Glocal Business Activity: Mobile Phone Repair in the Netherlands, Poland and China. *Energies*, 12(3), 1-23.
- SINGH, J. y Ordoñez, I. (2015). Resource recovery from post-consumer waste: important lessons for. *Journal of Cleaner Production*, 134, 342-353.
- STAHEL, W. R. (2012). The business angle of a circular economy, higher competitiveness, higher resource security and material efficiency. *EMF*, 1, 1-10.
- STEENIS, N., van der Lans, I., van Herpen, E., van Trijp, H. (2018). Effects of sustainable design strategies on consumer preferences for. *Journal of Cleaner Production*, 205, 854-865.
- SUÁREZ-EIROA, B., Fernández, E., Méndez-Martínez, G. y Soto-Oñate, D. (2019). Operational principles of circular economy for sustainable. *Journal of Cleaner Production*, 214, 952-961.
- TUKKER, A. (2013). Product services for a resource-efficient and circular economy a review. *Journal of Cleaner Production*, 97, 76-91.
- TÜRKELI, S. (2019). *Community Currency Programmes as a Tool for Sustainable Development: The Cases of Mombasa and Nairobi Counties*. Sustainable Development Goals.
- VAN der Wiel, A. B., Bossink, B. y Masurel, E. (2012). Reverse logistics for waste reduction in cradle to cradle oriented firms: Waste management strategies in the Dutch metal industry. *International Journal of Technology Management*, 60(1-2), 96-113.
- ZEEUW van der Laan, A. y Aurisicchio, M. (2019). Archetypical consumer roles in closing the loops of resource flows for Fast-Moving Consumer Goods. *Journal of Cleaner Production*, 236(1), 1-16.