

Situación y perspectivas de la investigación en economía circular. Un análisis sistemático de la literatura académica

Aitor Salesa Rubira Personal Docente e Investigador en formación

Raúl León Soriano Profesor contratado doctor

José Mariano Moneva Abadía Catedrático de Universidad

Departamento de Contabilidad y Finanzas
Universidad de Zaragoza

Área temática: H) Responsabilidad Social Corporativa;

Palabras Clave: Economía circular, Desarrollo sostenible, Revisión bibliográfica

Situación y perspectivas de la investigación en economía circular. Un análisis sistemático de la literatura académica

Resumen

La economía circular (EC) ha ganado relevancia en los últimos años. Esta nueva concepción económica modifica el sistema de producción lineal actual transformándolo en un modelo basado en un flujo de recursos que prioriza el reciclaje de los elementos y el alargamiento de los ciclos de vida. Con el objetivo de revisar el estado actual de la investigación de la EC, se ha llevado a cabo una revisión sistemática y bibliométrica de la literatura, para obtener información sobre el actual nivel de desarrollo de los estudios en materia de EC. A su vez, se ha buscado ganar conocimiento sobre cuales están siendo los principales temas de investigación, así como los medios en que esta se está publicando, y la fuente de conocimiento a la que pertenecen. Con este objetivo, se han revisado 225 artículos de investigación en los que se evidencian cuales son las principales áreas de investigación, así como los temas recurrentes en la investigación en EC, donde cabe destacar la creciente participación de las publicaciones vinculadas a la ingeniería. Por último, tras analizar todos los artículos se ha podido establecer un total de tres categorías en las que estos pueden ser agregados, a saber: Revisiones de literatura, casos de estudio de empresas que han adoptado modelos circulares y propuestas y modelos de integración de la EC.

1. Introducción

El capitalismo, el modelo económico más extendido hoy en día, está basado en la economía lineal, y por tanto, su base se sustenta en el modelo de consumo tradicional, en el que todos los recursos empleados en la producción se obtienen de la naturaleza, se transforman y finalmente se desechan cuando finaliza su ciclo de vida. (Despeisse et al., 2017; Mylan, Holmes, & Paddock, 2016). Este modelo permite que se produzca crecimiento económico gracias al consumo indiscriminado de productos y al acortamiento artificial del ciclo de vida de los mismos (den Hollander, Bakker, & Hultink, 2017). Sin embargo, las limitaciones en los recursos disponibles están incentivando la aparición de modelos productivos alternativos.

En las últimas décadas, han emergido nuevos modelos que tienen como objetivo salvar las limitaciones que establece el modelo lineal. La economía circular (EC) se está convirtiendo en uno de ellos. En concreto lo que se busca es modificar de manera total el actual modelo basado en el consumo y desecho hacia uno que se basa en el flujo circular de recursos que tiene como base la reutilización de los materiales y el alargamiento del ciclo de vida (Naustdalslid, 2014). Sin embargo, hay un gran número de interpretaciones sobre la economía circular y el modo en que esta debe ser estructurada. De hecho, algunos investigadores afirman que la EC genera menos externalidades positivas para el medioambiente de lo que se puede creer. Esto se produce especialmente porque, tal y como se ha adaptado en la actualidad, no están definidas unas bases definitorias de actuación y por lo tanto existen algunas fallas en el modo en que está siendo integrada en los procesos de las empresas.

Las investigaciones en el campo de la EC están actualmente experimentando un incremento significativo, no solo en número sino en la diversidad de su tipología. Es destacable cómo investigadores que anteriormente no han desarrollado ningún tipo de investigación relacionada con la sostenibilidad o la responsabilidad social corporativa, se encuentran estudiando de manera activa la EC y sus implicaciones, proporcionando evidencia del interés y relevancia del término.

El presente estudio tiene como principal objetivo recabar información sobre cómo se está estructurando la economía circular, así como determinar los principales factores que están estimulando su crecimiento. Para ello, se revisan las diferentes concepciones de economía circular más aceptadas a nivel general por parte de especialistas e

investigadores de diferentes partes del mundo. Además, se realiza un análisis bibliográfico para identificar los principales campos donde se investiga en relación a ella.

El presente estudio está estructurado de la siguiente manera: Tras esta introducción, se encuentra la Sección 2 del trabajo, en la que se brinda una revisión de literatura, contextualización de la investigación efectuada y un repaso general sobre las conceptualizaciones principales de la EC. En la Sección 3 se explica de manera sucinta la metodología empleada a la hora de acometer los diferentes análisis que se han empleado. En las secciones 4 y 5 se exponen los resultados de la investigación y se realiza una discusión sobre los mismos. Finalmente, en la Sección 6 se hace un repaso de las principales conclusiones derivadas del estudio.

2. Concepto y Orígenes de la Economía Circular

La economía lineal se ha mantenido sin cambios significativos desde su surgimiento (Frosch & Gallopoulos, 1989). Los procesos productivos requieren grandes cantidades de materias primas para poder llevar a cabo la producción de bienes, pero la disponibilidad de estos en la naturaleza es limitada. Por ello son numerosos los esfuerzos que persiguen desarrollar un nuevo modelo de producción centrado en disminuir la cantidad de materias primas utilizadas en las cadenas de producción de los distintos productos (EMAF, 2013; Zhong & Pearce, 2018). De hecho, muchos profesionales defienden este argumento indicando que los principios de la EC están focalizados en dejar atrás cualquier tipo de daño al medioambiente (Murray, Skene, & Haynes, 2017). Además de ello, la EC ayuda a mejorar la capacidad de resiliencia de la naturaleza, y trata de minimizar cualquier tipo de daño a la naturaleza generado por los procesos productivos (EMAF, 2013).

No hay un acuerdo en el momento exacto en el que el término EC surge. De hecho, muchos investigadores defienden que es necesario establecer una serie de rasgos comunes para que sean considerados universales y sea más sencillo diseñar un marco regulatorio de EC que facilite su adopción. Por esta razón, en esta sección se realiza una breve revisión de algunas de las principales concepciones sobre la economía circular y su aparición como sistema económico alternativo al lineal.

De acuerdo con algunos investigadores el término nace de manos del primer presidente de la Real Sociedad de Química, Hofman en 1848 (Murray et al., 2017) cuando afirmó que “en una fábrica de productos químicos existen, estrictamente hablando, cero

residuos, siendo todo productos. Cuanto mejor se empleen los residuos en una fábrica, más cerca se encontrará esta de llegar al ideal y mayor será el beneficio obtenido”. Por lo tanto, haciendo un análisis de sus palabras, se hace referencia a un sistema de producción cerrado en el que los residuos son tratados como nueva materia prima para generar nuevos tipos de productos, haciendo referencia a una de las principales máximas de la EC. A pesar de ello, ciertos profesionales vinculan la aparición de la economía circular con trabajos de ciertos profesionales que empiezan a desarrollar teorías de aplicación a mediados de los 60 y los 70, aunque manteniendo ciertas características comunes con la propuesta de Hofman (EMAF, 2013). Entre las principales teorías o ideas de las que surge el concepto de EC, la literatura destaca cuatro.

La teoría *Cradle-to-Cradle* Definida, definida por McDonough & Braungart, (2002) defiende el principio por el que todo material utilizado es en realidad un nutriente, ya sea biológico (de origen natural) o tecnológico (requiere procesamiento previo). Estos nutrientes son considerados como organismos biológicos que al terminar su utilidad de la manera en que son concebidos vuelven a la naturaleza, aplicándose dicho principio en el caso de recursos biológicos y procediendo en el caso de los tecnológicos a su reciclaje y reutilización para dar lugar a nuevos productos (McDonough & Braungart, 2002)

Por otro lado, a mediados de los 70's Mollison & Holmgren, (1978) diseñaron una serie de principios que basan su ser en la mimesis con la naturaleza y sus principales procesos, a fin de desarrollar una cultura humana puramente ecológica basada en trabajar con y para la naturaleza, en lugar de considerar a esta como medio de supervivencia del ser humano.

La teoría *Biomimicry* busca adoptar el funcionamiento de la naturaleza en los diseños económicos y de producción a fin de conseguir un verdadero sistema económico sostenible (Foundation, 2013). Por ello, se postula que la innovación y el desarrollo emergen de la observación y el entendimiento de la naturaleza.

Finalmente, el *Natural Capitalism* establece la necesidad de adaptar el actual modelo de producción hacia una aproximación que tenga un mayor cuidado del medioambiente a la vez que facilite una mayor competitividad y un incremento de los beneficios gracias a la mejora de la producción y un mayor desempeño derivado de la eficiencia de la sustancial mejora de los procesos (Hawken, Lovins, & Lovins, 1999).

2.1 Análisis de contenido y Análisis bibliométrico

El análisis de contenido es definido por (Krippendorff, (2013) como una técnica de investigación que hace inferencias replicables y válidas de los textos en el contexto de su uso. De manera similar, Berelson (1952) determina que el análisis de contenidos permite transformar la información cualitativa en cuantitativa, facilitando su evaluación y comparación gracias a la aplicación de un modelo sistemático. De manera similar, Gerbner (1985) determina que el contenido debe ser analizado con el objetivo de ser descrito de manera más específica porque la audiencia podría verse afectada de manera indirecta por aquellos mensajes ocultos que no son comunicados de manera explícita. Por lo tanto, diversos autores coinciden en varios aspectos del análisis de contenido. Algunas características como la necesidad de extraer información que no ha quedado reflejada de manera explícita y el requerimiento imprescindible de hacer la investigación replicable. Con ello se consigue realizar una interpretación objetiva de información que a priori es subjetiva o que tiene dicha consideración.

En definitiva, el análisis de contenido es utilizado para definir y entender el texto estudiado desde una perspectiva científica que contrasta cada parte del documento escrito para dar una interpretación detallada y empírica. El adecuado uso de este tipo de metodologías, permite recabar información de diversas fuentes de una forma objetiva, sistemática y replicable (Krippendorff, 2013).

En las palabras de (Merigó & Yang (2017) el análisis bibliométrico es un estudio cuantitativo del material bibliográfico que provee una perspectiva general del campo de investigación, facilitando la clasificación de los artículos por autor y revista. Por tanto, esta metodología permite acometer un estudio con el objetivo de recopilar información de diferentes artículos y cuantificarla.

3. Método de investigación

Este trabajo se basa en el método del análisis de contenido, definido por (Krippendorff, 2013) que se ha aplicado a una muestra de artículos con el objetivo de explorar la tipología de las investigaciones que se realiza en la actualidad en torno a la EC. La muestra de artículos ha sido seleccionada a partir de la base de datos Web of Science Index, empleando un criterio de selección en el que se han identificado todos aquellos artículos que contienen el término economía circular y se han descartado todos aquellos que no estaban categorizados como pertenecientes a las subcategorías negocios, economía y gestión, identificando un total de 225 artículos.

El proceso seguido para clasificar la información ha sido la realización de una inspección manual de los artículos, analizando las palabras clave definidas por los autores para

recopilar el ideario principal del documento. Tras la lectura individualizada, se han extraído las principales ideas y temas y se han clasificado los artículos en tres categorías diferentes, a saber, revisión de literatura, casos de estudio y propuestas de incorporación de la economía circular.

Utilizando la muestra de 225 que se ha empleado con anterioridad, obtendremos información de diferentes revistas y artículos. Se llevará a cabo el recuento del número de veces que se repite una palabra clave, así como las diferentes áreas de investigación de las diferentes revistas. Cada aspecto de la revisión sistemática ha sido obtenido de la misma base de datos con el objetivo de mantener una muestra lo más homogénea posible.

4. Resultados

4.1 Análisis de las revistas

Es importante destacar como más del 60% de los artículos se encuentra publicados en 4 revistas diferentes mientras que el restante 40% se ha distribuido en los restantes medios.

Tabla 1. Número de artículos de as diferentes revistas

Fuente	Total
Journal Of Cleaner Production	20
Amfiteatru Economic	14
Sustainability	14
Development Of Circular Economy In China	11
Journal Of Industrial Ecology	9
Natural Resource Management And The Circular Economy	9
Thunderbird International Business Review	9
Quality-Access To Success	8
Resources Conservation And Recycling	8
Business Strategy And The Environment	7
California Management Review	7
Ecological Economics	7
Routledge Handbook Of Sustainable Product Design	6
Energy Policy	5
Management Research Review	5
Revue D Economie Regionale Et Urbaine	3

Fuente: Elaborada en base a la información extraída de WOS

De manera más específica la mayor parte de los artículos se encuentran concentrados en Journal of Cleaner Production (21 artículos), Sustainability (14), Journal of Industrial Ecology (9) y Resources Conservation and Recycling (8). Por lo tanto, los principales temas y términos de los artículos están directamente vinculados con la EC, específicamente con términos como verde, ciencias sostenibles, ciencias

medioambientales y medioambiente, términos que aparecen en varios de los artículos analizados.

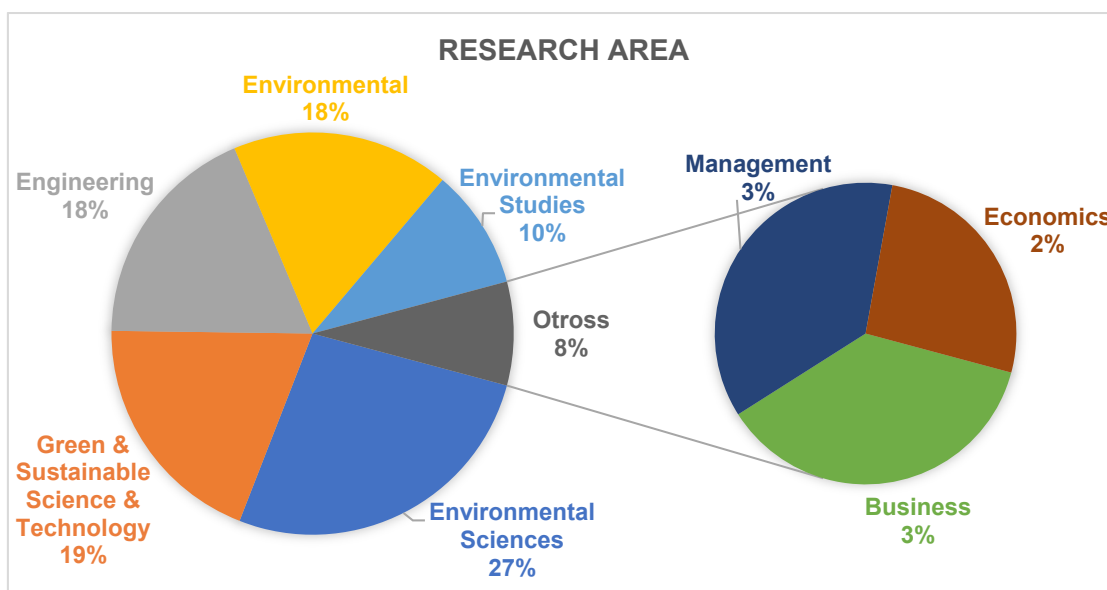
Existen también dos resultados que merecen especial atención. El primero, tal y como se observa en el Gráfico 1, es la importancia de las revistas de ingeniería en el progreso de la investigación de la EC. De hecho, el número de temas relacionados con tecnología, ingeniería o cualquier otro de los términos utilizados para denominar a la investigación de ciencias, es considerablemente superior a aquellos otros términos vinculados a la economía como negocio y gestión entre otros.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, existen diferentes campos de investigación que se han focalizado en el avance de la economía circular. Tal y como se muestra en el Gráfico 1, el tema de investigación más recurrente está principalmente vinculado con el concepto de “investigación verde”. Esto se refleja en como los aspectos medioambientales ocupan más del 50%, si hacemos un desglose por investigación ambiental (18%), estudios medioambientales (10%) y las ciencias ambientales (27%). Estos resultados están directamente alineados con análisis de contenido previos como parte de los temas de investigación que resultan más recurrentes a la hora de hablar sobre EC y Sistemas de producción cerrados que están vinculados con impactos ambientales, reciclaje, reprocesamiento, entre otros.

En segundo lugar, en términos de actividad en la investigación en EC, es ocupado por la ingeniería y las ciencias y tecnología sostenibles (38%). No obstante, es importante destacar que la evaluación del grado de desarrollo de la EC y la introducción de un sistema de producción cerrado requiere de nuevos tipos de materiales y procesos, así como de un importante nivel de especialización para transformar los procesos de economía lineal a un sistema de producción circular. Finalmente, se encuentra la sección denominada otros (8%), compuesta por los medios de publicación vinculados con la economía, que están focalizados en el área del conocimiento de la EC. Específicamente pueden clasificarse en gestión (3%), negocios (3%) y economía (2%).

Por tanto, este estudio destaca cómo los investigadores pertenecientes al campo de la ingeniería están ocupando una parte relevante de las publicaciones de la EC. Esta razón será analizada con un cierto nivel de detalle en la sección de discusión en aras de materializar las principales razones de este surgimiento.

Gráfico 1. Áreas de investigación de EC



Fuente: Elaboración propia en base a la información accesible en Web os Science

Tabla 2. Año y Número de artículos en las diferentes revistas

Año	Artículos	Porcentaje
1989	1	0,44%
2009	3	1,33%
2010	3	1,33%
2011	5	2,21%
2012	4	1,77%
2013	2	0,88%
2014	5	2,21%
2015	10	4,42%
2016	38	16,81%
2017	69	30,53%
2018	86	38,05%
Total	226	100,00%

Fuente: Elaboración propia en base a la información accesible en WOS

Como puede observarse en el Gráfico 1 el tema más recurrente en la investigación sobre economía circular está englobado dentro de lo que puede denominarse “*Green conception*” en el que se aglutinan más del 50% de los artículos, compilando las categorías de investigación medioambiental, estudios medioambientales y ciencias medioambientales. Estos resultados guardan relación con la temática principal del objeto de estudio dado que este sistema productivo basa sus idearios en la definición de metodologías que permiten implementar sistemas de reciclaje, reutilización e

incremento del ciclo de vida de los productos existentes y futuros a través de un diseño más ecológico.

Cabe destacar a su vez como el grupo *otros* suponen menos del 10% del total a pesar de que se compone de las áreas de gestión, negocio y economía

Finalmente, en cuanto a la relación con el momento de tiempo, es destacable como el 90% de las publicaciones analizadas, han sido publicadas en los últimos 4 años, siendo un total del 90% todos los artículos los que han visto la luz desde 2014.

4.2 Análisis de palabras clave

La palabra clave que cuenta con un mayor número de apariciones es Sostenibilidad, con un total de 27, lo que sin duda evidencia la clara vinculación de la Economía circular con la búsqueda de un modelo económico preocupado por la sostenibilidad. En cuanto a la siguiente palabra, en este caso se trata de China, lo que aporta un resultado significativo por tratarse de uno de los focos principales de investigación y expansión de la EC. También es destacable la presencia del término Economía industrial, evidenciando la estrecha relación de la EC con la investigación de la gestión del desperdicio. Otros términos que han resultado importantes y destacados a lo largo del análisis son los relacionados con los sistemas que buscan modificar y reestructurar. En concreto se trata de los términos *remanufacture*, gestión del desperdicio y eficiencia de los recursos. Por tanto, la investigación actual en el campo de la EC se esta focalizando en desarrollar una aproximación hacia un nuevo modelo económico desde el punto de vista de la transformación de la industria actual.

4.3 Análisis de contenido

En concreto, a través de la revisión de la literatura se han identificado 3 aspectos principales que se tratan en los artículos de investigación sobre EC:

En primer lugar, se vislumbran los **retos y limitaciones** que el concepto tiene en la actualidad dado que no existe todavía una concepción concreta sobre cuales son los principales procesos, como se estructuran y como deben adaptarse las novedades que la EC implica. Sin embargo, esto no solo sucede en las empresas, sino que no existe ningún tipo de conocimiento por parte de los ciudadanos en general ni del concepto de economía circular ni de las ventajas que implica. A su vez, los productos *refurbished* no son en la actualidad bien concebidos por parte de los consumidores ni son capaces de percibir los beneficios ambientales que estos tienen, lo que genera a su vez una concepción negativa a los empresarios debido a la falta de mercado que tienen en la actualidad.

Otra de las limitaciones a las que se enfrenta es la falta de compromiso de los ciudadanos con el reciclaje y los procesos de logística interna. Debido a la falta de colaboración, no se pueden recuperar los productos para procesarlos y reutilizar aquellos elementos que si conservan cierta utilidad. Además, en los casos en los que, si que se logran recuperar materiales, no se puede llevar a cabo su correcto procesamiento porque no se dispone de la tecnología apropiada para poder reutilizar ciertos componentes.

A continuación, se mencionan algunos de los aspectos clave que se han identificado en los diferentes artículos analizados.

4.3.1. Artículos de revisión de literatura.

El primer grupo de artículos engloba todos aquellos cuya contribución está relacionada con la revisión de literatura en torno al concepto de economía circular. Estos artículos evidencian gran número de limitaciones que dificultan la generalización y aplicación de los principios de la economía circular, y al mismo tiempo incluyen algunas recomendaciones encaminadas a potenciar su desarrollo. Entre las principales ideas identificadas se destacan las siguientes:

- La recuperación y reprocesamiento son difíciles de diseñar y hay todavía una importante falta de colaboración comunitario para recuperar los materiales. Además de ello, no hay una iniciativa privada clara para fomentar la innovación en este campo.
- Completar el ciclo del reciclaje al 100%, intentando reaprovechar todo tipo de elementos resulta imposible porque siempre se produce un consumo de energía que no es recuperable.
- Falta de acción social en la transformación hacia un sistema producción cerrado, haciendo caso omiso a los principios de la sostenibilidad que se enumeran en el informe Bruntland de 1987.
- Algunos autores proponen la economía verde como modelo de desarrollo porque engloba en si misma los principios de la economía circular, pero haciendo un enfoque en los aspectos sociales.
- Las principales teorías de EC, “Biomimicry”, “Cradle to Cradle”, “Natural Capitalism” y otras corrientes de conocimiento de la actualidad no han sido especialmente desarrolladas para que la industria pueda adaptarlas de manera sencilla.

- La obsolescencia programada es una barrera significativa que está causada no solo por la industria sino por las tendencias que se han creado de manera artificial y que se sostienen debido a la colaboración de los ciudadanos.
- La investigación sobre EC se focaliza en la obtención de beneficios medioambientales, pero no hay una gran cantidad de datos sobre la viabilidad económica.
- El estándar 8001:2017 trata de facilitar el acercamiento a los principios de la EC, otorgando una serie de definiciones, herramientas, y “frameworks” que facilitan su implementación en las organizaciones.
- El concepto de una economía basada en “sharing economy” requiere un mayor grado de desarrollo para ser un modelo económico viable para el futuro. Sin embargo, si que ocupa en la actualidad uno de los principales lugares, como vía de introducción de la EC en las empresas.
- Las herramientas de medida (LCA) y el ciclo de vida de los productos no están implementados en las empresas porque los estímulos del entorno público no están siendo suficientes para fomentar la implementación en el entorno privado
- Las políticas públicas facilitan la adopción de la EC, a pesar de que en la actualidad el estímulo que están ejerciendo es todavía bajo. La legislación china y la europea en conjunción con las normativas locales y otras legislaciones públicas. Esto se debe a que ejercen un fuerte impulso como facilitador que reduce de manera significativa cualquier tipo de reto y cambio.
- Algunas teorías en las que se basan los principios de la EC proveen un marco de trabajo que facilita la extensión de vida de los recursos materiales.
- La adopción de la economía circular podría ser incrementada y facilitada si hubiese una mayor difusión de las mejores prácticas en diferentes sectores. Dado que podrían ser utilizadas como base de actuación por parte de otras corporaciones.
- La ecología industrial podría ser un facilitador de la EC porque su fortaleza como término paraguas (contiene en su definición los principios básicos de las ventajas ambientales y propone el sistema de producción cerrado como método de fabricación). Además de ello, la EI define “sharing economy” como un medio para incrementar la vida útil de cualquier tipo de producto.
- La logística es uno de los principales facilitadores dado que per se es uno de los pilares en los que se sustenta la EC, dado que, gracias a la recuperación de

materiales, se pueden reincorporar a la cadena de producción y puede establecerse un flujo circular de materiales.

- Es importante promocionar un Sistema de indicadores de EC que permita evitar un “Green-washing” y proveer herramientas que faciliten la medida en que la EC ha sido adoptada de manera efectiva por parte de las empresas.
- Como muchos investigadores determinan, las políticas públicas son facilitadoras de la EC, como se ha demostrado en países como China, en la que se está estimulado la adopción de su sistema de producción cerrado como sistema productivo y generador de valor. El principal facilitador en este caso, vuelven a ser las políticas públicas que han conseguido sentar las bases de una serie de guías que facilitan su adopción. Más concretamente en China se ha realizado una fuerte apología de la ecología industrial, las industrias ecológicas y la instrucción en gestión medioambiental de la cadena de suministro.
- Una gran cantidad de economías de grandes dimensiones no cuentan en la actualidad con un programa activo que promueva la EC.
- EC “frameworks” requieren atención, porque no están siendo analizados desde un punto de vista tecnológico y económico apropiado. Especialmente en su estado actual de desarrollo, los gobiernos deben ocupar un rol activo para perfeccionar el modo en que se encuentra diseñado y facilitar la diseminación de este entre diferentes industrias.
- EU tiene una política de EC prometedora pero no han sido aplicadas de manera apropiada porque no existe una adecuada planificación. Al mismo tiempo, no hay una regulación específica para promover un modelo de desarrollo sostenible, produciéndose con ello problemas para su difusión.
- Otro de los elementos que fomentan su adopción es el resultado de los acuerdos y la colaboración entre entidades tanto intra- como intersectoriales, dado que al tratarse de un nuevo tipo de sistema productivo que todavía se encuentra en desarrollo, cualquier tipo de conocimiento que sea compartido, permite fomentar el I+D+i. A su vez, se ha encontrado la necesidad imperiosa de instaurar en el sistema educativo un cierto tipo de enseñanzas a nivel general que transmita los valores y principios de una economía sostenible basada en sistemas de producción circular para poder hacer frente a las principales barreras que se interponen en la instauración de la EC.
- **4.3.2. Artículos de diseño de modelos de EC.**

El segundo grupo compila todos aquellos artículos que han planteado algún tipo de “framework” o marco de trabajo a fin de implementar de manera efectiva la economía circular tanto a nivel macroeconómico como microeconómico:

- China es el primer país que ha adoptado una estrategia de promoción de la economía circular, y en la cual, el grado de adopción y desarrollo está siendo significativamente más rápido que en los demás. No obstante, estas políticas de promoción de la EC se encuentran todavía en un estadio inicial y cuentan con un nivel de reporte y medida de avances muy bajo
- Otras políticas públicas se han identificado como lastres para el desarrollo de la EC, dado que algunos países han establecido ciertas fronteras a su desarrollo porque no cuentan con una clara apuesta medioambiental o porque se encuentran en una fase de desarrollo de la misma demasiado incipiente.
- El bajo número de modelos de EC que tienen en cuenta la viabilidad del negocio se está focalizando únicamente en la obtención de beneficios, sin llevar a cabo medidas exhaustivas del impacto que genera el modelo sobre el medioambiente.
- Con objeto de sobrepasar el modelo estandarizado a nivel mundial, los negocios tienen que intentar establecer productos que cuenten con ciclos de vida útil superiores a los actuales, facilitar e incrementar la tasa de retorno de los mismos y desarrollar procesos de reciclaje eficientes.
- El actual estado de la investigación en EC sienta sus bases en la reingeniería de procesos, la cual produce poderosas sinergias gracias a la utilización más eficiente de las fuentes de energía y a través de la mejora y reducción del uso de las materias primas
- Los consumidores modifican drásticamente su rol en la economía al pasar a ser compradores de recursos a personas que utilizan servicios durante el tiempo que los requieren y que dejan de utilizarlos cuando no los requieren dando posibilidad a otras personas, sin que se necesite producir un nuevo bien.
- En análisis del flujo de materiales y del flujo de sustancias se está convirtiendo en una de las herramientas más relevantes para medir el grado de implementación de la EC.
- Los principios de la ecología industrial están permitiendo de manera paulatina transformar las industrias que los adoptan, porque se están moviendo hacia una

sociedad mucho más responsable económica y socialmente que se preocupa por el entorno en general.

- El diseño de productos es esencial para cambiar la cantidad de emisiones y en esencia para la implementación adecuada de la EC. Sin embargo, un gran número de cambios como las innovaciones tecnológicas para transformar el diseño de materiales y procesos y un incremento de la concienciación es necesaria.
- Uno de los movimientos más importantes que conducen a la adopción de la EC es el transformar la economía hacia la prestación de servicios en lugar de la venta de productos. Sin embargo, existen todavía ciertas limitaciones en el concepto y aplicación que están ralentizando de manera destacable el ritmo de adopción”
- La colaboración entre empresas es esencial para incentivar la EC y crear sinergias que permitan reducir las emisiones dañinas, gracias a la utilización compartida de los recursos.
- Los instrumentos fiscales como las tasas e impuestos pueden ser una herramienta importante en aras de fomentar un comportamiento sostenible para las empresas
- Algunas investigaciones en materia de marketing están tratando de completar el gap existente entre lo que se intenta transmitir al público que es un comportamiento sostenible y la manera en que realmente los consumidores lo entienden y aplican. De esta manera se puede lograr alcanzar una mejor transmisibilidad de los principios de la EC y por tanto facilitar la adopción de un comportamiento más sostenible
- Es necesario desarrollar herramientas que permitan medir el grado exacto de circularidad de cada producto y servicio que se comercia en la economía y para poder ser capaces de traducir o convertirlo en un coste identificable. Aunque hay muchas herramientas diferentes para medir la circularidad, no existe ninguna que haya sido establecida como estándar o que sea reconocida por las principales agencias e industrias.

4.3.3 Artículos basados en casos de estudio

Finalmente se encuentran todos aquellos artículos que valoran y evalúan modelos de implantación de la EC en empresas existentes. Dentro de estos artículos, se destacan las vías que permiten fomentar la presencia de la EC tanto en el seno de las empresas como en la ciudadanía en general. Aquel aspecto que ha resultado más relevante es el de disponer de una fuerte política pública que transmita las principales características e

ideario de la EC y proponga un marco de actuación. A continuación, se exponen otros hallazgos derivados del análisis de estos artículos:

- Hay un número significativo de barreras a la introducción del sistema de producción cerrado y de la EC, estableciéndose como principales limitantes la actitud de los consumidores y el cambio de mentalidad del consumismo hacia la asunción de un flujo de servicios en lugar de un flujo de productos.
- Los productos restaurados no tienen una percepción positiva por parte de los consumidores porque estos son vistos como productos “de segunda mano” sin que exista una transmisión adecuada de la tipología de productos que son en realidad.
- Existen tres barreras principales que han sido determinadas como las que dificultan la adopción de la EC por parte de la literatura a nivel tecnológico: La dispersión geográfica de los productores y fabricantes y la complejidad de desarrollar nuevos materiales de calidad similar a los actuales, pero menos contaminantes
- La EC cambia el principal rol que asumen los proveedores, dado que ellos empiezan a ser también el punto de unión para recopilar de nuevo aquellos materiales que han sido utilizados para poder realizar de manera efectiva su reciclaje y reutilización. Por tanto, adoptan una nueva posición dentro de la cadena de producción
- Los consumidores deben de estar plenamente comprometidos con la EC y no solo realizar un esfuerzo con el objetivo de obtener alguna recompensa.
- Las políticas públicas y planes de promoción establecidos en UK Y EU en temática de reciclaje y recuperación de materiales está principalmente focalizada en la simbiosis industrial y en la reducción significativa de la huella de carbono
- La adopción de la economía circular requiere de grandes inversiones y muchas instituciones financieras y bancos no proporcionan financiación a iniciativas que tienen como base las inversiones “eco”
- Gran importancia de las políticas públicas y la educación y formación de la ciudadanía para poder instaurar un modelo de producción respetuoso con el medioambiente y que se base en los principios de la EC
- Las principales cadenas de producción y fabricantes ya tienen conocimiento sobre la EC y los sistemas de producción cerrada pero no están siendo incentivados a su adopción como principal sistema económico.

- El diseño de la producción es esencial para alcanzar un sistema económico basado en la EC porque la creación desde el momento inicial de un producto concebido para tener múltiples y largos ciclos de vida facilita la desaparición de la obsolescencia programada y por tanto del uso ineficiente de materiales.
- Los consumidores no se encuentran actualmente dispuestos a pagar una mayor cantidad de dinero por adquirir productos elaborados de manera sostenible, si un producto de menor precio puede satisfacer sus necesidades de la misma manera.
- Los productos elaborados de manera sostenible deben dirigirse en un estadio inicial a un nicho concreto de mercado hasta que su adopción sea mayor
- Las compañías confían en el reciclaje y el procesamiento de residuos con procesos que consumen bajas cantidades de energía en lugar de desarrollar métodos de procesamiento que sean realmente dirigidos a reducir el nivel de contaminación
- Los países con bajos niveles de industrialización deben focalizar su esfuerzo inversos en la adopción de modelos de negocio circulares, especialmente en lo que a sus inversiones en I+D se refiere. Gracias a los esfuerzos en la generación de mejores tipos de materiales y a una mejor capacidad e gestionar los residuos, estas industrias lograrán mejorar su competitividad con nuevos modelos de negocio.
- Con el objetivo de incrementar las áreas donde se practican iniciativas para la implementación de logística inversa. Existen diversas oportunidades y se están poniendo iniciativas de colaboración con las compañías locales de correos para facilitar la recolección de materiales.

5. Conclusión

La economía lineal es hoy en día el sistema económico predominante, sin embargo, los altos niveles de polución y degradación del suelo, y los nuevos objetivos mundiales de alcanzar un crecimiento económico positivo y sostenible han dado lugar al surgimiento de un modelo económico que esta comprometido con la perdurabilidad de los recursos naturales. La economía circular trata de mantener la naturaleza y sus recursos tratando de hacer efectivo un sistema que promocióne un ecodiseño, claro y limpio y que permita reutilizar todos los productos o sus componentes de manera duradera en el tiempo. En aras a conocer el estado de la investigación y cómo se está desarrollando, se ha procedido a analizar los principales artículos de investigación de la actualidad. En ellos se ha hecho visible cómo los campos de estudio de ciencias medioambientales e ingeniería predominan como pioneros en la investigación, encontrándose el campo de

la economía, gestión y finanzas relegada a un 8% del total. Sin embargo, en los últimos 4 años se han empezado a desarrollar modelos económicos y se han implementado sistemas de producción circular en entidades, para conocer el alcance de su aplicación y valorar tanto los aspectos positivos como los negativos. Aunque es necesario mencionar cómo, por el momento, todos los modelos desarrollados no han facilitado el diseño de un nuevo modelo productivo base que facilite la implementación de la economía circular en cualquier tipo de entidad, sino que se ha diseñado específicamente para una entidad en concreto. Además, los investigadores se han encontrado con fuertes barreras a las transformaciones que implica la instauración de un modelo circular de producción por el miedo a implantar un sistema económico que no está plasmado todavía en el paradigma económico mundial

Por otra parte, se han identificado como temas de investigación recurrentes aquellos basados en los obstáculos mencionados anteriormente. En los resultados de las investigaciones muchos profesionales tratan de avanzar en el desarrollo de soluciones a esa falta de definición de la EC para poder facilitar la inclusión de este modelo y sus principios. En particular, los principales problemas que se han hallado están vinculados con la recuperación de materiales para ser reciclados y restaurados por la falta de una estructura adecuada de logística inversa. La falta de uso de energías procedentes de materiales reciclados o de bajo índice contaminante y la estructura actual de la economía basada en modas en lugar de basarse en productos de larga duración que conservan su utilidad por largos periodos de tiempo. Este último aspecto resulta especialmente relevante porque se ha identificado la necesidad de mejorar de manera específica los niveles de conocimiento y educación de los ciudadanos en general, sobre este nuevo concepto económico, de lo contrario su implementación podría verse significativamente lastrada.

Por lo tanto, tal y como se proponía como objetivo del trabajo se ha conseguido obtener información sobre el estado actual de investigación en el campo de la economía circular y al mismo tiempo se ha identificado como sectores como el de la ingeniería tienen un mayor nivel de investigación que el de la economía, a pesar de que este último ha incrementado significativamente su actividad investigadora en este campo desde 2014.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero para la investigación del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, Proyecto “ECO-CIRCULAR” - Ref. ECO2016-74920-C2-1-R y al Gobierno de Aragón, en el marco del Grupo de Investigación Ref. S33_17R.

Referencias

- Berelson, B. (1952). *Content analysis in communication research*. New York.
- den Hollander, M. C., Bakker, C. A., & Hultink, E. J. (2017). Product Design in a Circular Economy: Development of a Typology of Key Concepts and Terms. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 517–525. <https://doi.org/10.1111/jiec.12610>
- Despeisse, M., Baumers, M., Brown, P., Charnley, F., Ford, S. J., Garmulewicz, A., ... Rowley, J. (2017). Unlocking value for a circular economy through 3D printing: A research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 115, 75–84. <https://doi.org/10.1016/J.TECHFORE.2016.09.021>
- Foundation, E. M. (2013). *Circularity Indicators: An Approach to Measuring Circularity*. Retrieved from <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/circularity-indicators/>.
- Frosch, R. A., & Gallopoulos, N. E. (1989). Selected Reading Material Strategies for Manufacturing. *Scientific American*.
- Gerbner, G. (1985). *Mass media discourse: Message system analysis as a component of cultural indicators*. *Discourse and communication: New approaches to the analyses of mass media discourse and communication*.
- Hawken, P., Lovins, A., & Lovins, H. (1999). *Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution*.
- Krippendorff, K. (2013). *Content Analysis. An Introduction to Its Methodology* (3rd ed.). California.
- McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle. Remaking the Way We Make Things*.
- Merigó, J. M., & Yang, J. B. (2017). A bibliometric analysis of operations research and management science. *Omega (United Kingdom)*. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2016.12.004>
- Mollison, B., & Holmgren, D. (1978). *Permaculture One*.
- Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics*, 140(3), 369–380. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2>
- Mylan, J., Holmes, H., & Paddock, J. (2016). Re-introducing consumption to the “circular economy”: A sociotechnical analysis of domestic food provisioning. *Sustainability*

(Switzerland), 8(8). <https://doi.org/10.3390/su8080794>

Naustdalslid, J. (2014). Circular economy in China – the environmental dimension of the harmonious society. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 21(4), 303–313. <https://doi.org/10.1080/13504509.2014.914599>

Zhong, S., & Pearce, J. M. (2018). Tightening the loop on the circular economy: Coupled distributed recycling and manufacturing with recyclebot and RepRap 3-D printing. *Resources, Conservation and Recycling*, 128(September 2017), 48–58. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.023>