



Universidad de Valladolid

**Facultad de Ciencias
Económicas y Empresariales**

Grado en Economía

**Economía Circular y Crecimiento
Sostenible en la UE.**

Presentado por:

Borja Serrano Alejos

Tutelado por:

Carlos Borondo Arribas

Fecha:

2019

RESUMEN

La economía circular ha sido un tema de especial trascendencia en los últimos años, cobrando mayor importancia a medida que las políticas medioambientales de los países se demuestran poco efectivas y la conciencia medioambiental se extiende entre la sociedad. El contenido de este Trabajo de Fin de Grado se ha abordado desde diferentes enfoques, tanto a nivel teórico como empírico, con el objetivo de alcanzar finalmente, desde una perspectiva social, empresarial, económica y medioambiental, un conocimiento más exhaustivo de la economía circular como modelo alternativo de producción y consumo en la sociedad actual.

Palabras clave: Economía circular, crecimiento sostenible, medio ambiente.

Clasificación JEL: E61, O52, Q58.

ABSTRACT.

The circular economy has been a topic of special importance in recent years, becoming more important as the environmental policies of the countries prove to be ineffective and environmental awareness extends among society. The content of this End of Degree Project has been approached from different approaches, both theoretical and empirical, with the aim of finally achieving, from a social, business, economic and environmental perspective, a more exhaustive knowledge of the circular economy as alternative model of production and consumption in today society.

Key words: Circular economy, sustainable growth, environment.

JEL Classification: E61, O52, Q58.

*El autor desea agradecer la inestimable ayuda prestada por el profesor Carlos Borondo Arribas, tutor de este TFG, quién no ha escatimado ningún esfuerzo en atender sus requerimientos siempre que ha sido necesario.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.	- 4 -
2. HISTORIA Y CONCEPTO DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.	- 6 -
3. PRINCIPIOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR. ...	- 9 -
3.1. Principios de la economía circular.	- 10 -
3.2. Características de la economía circular.	- 10 -
3.3. Fuentes de creación de valor.	- 12 -
3.4. Experiencias a nivel mundial.	- 13 -
4. UN MODELO DE CRECIMIENTO ECONÓMICO CON ECONOMÍA CIRCULAR.	- 15 -
4.1. Función de bienestar social.	- 17 -
4.2. Ecuación de acumulación de residuos.	- 18 -
4.3. Ecuación de acumulación de contaminación.	- 18 -
4.4. Crecimiento óptimo en la economía circular.	- 19 -
4.5. La economía circular como motor de la sostenibilidad.	- 21 -
4.6. Implicaciones.	- 23 -
5. LA ECONOMÍA CIRCULAR EN LA UNIÓN EUROPEA.	- 26 -
5.1. Plan de acción de la UE para la economía circular 2015.	- 26 -
5.2. Medidas adicionales de la Comisión Europea.	- 32 -
5.3. Ventajas de la Estrategia Circular para la UE.	- 34 -
6. INDICADORES DE CIRCULARIDAD.	- 41 -
7. CONCLUSIONES.	- 44 -
8. REFERENCIAS.	- 45 -

1. INTRODUCCION.

La economía circular es una filosofía relativamente reciente que las diferentes escuelas de pensamiento ecológico ya habían pronosticado. Hace unas décadas, la ecología era una tendencia ideológica que agrupaba a todas las personas preocupadas por el medio ambiente y el impacto que el ser humano tenía sobre él. Sin embargo, con el paso del tiempo esta tendencia ideológica se ha ido desarrollando, ampliando su base de seguidores, hasta alcanzar hoy en día una posición consolidada en un contexto de crisis del sistema económico lineal.

El modelo económico actual de producción y consumo se encuentra próximo a sus límites físicos, empezando a observarse el agotamiento de determinados recursos naturales y combustibles. Además, el presente modelo está llevando al planeta a una situación insostenible. Los problemas medioambientales derivados son cada vez más evidentes, y la preocupación por implantar un modelo económico sostenible a largo plazo es creciente en la sociedad. Por lo tanto, se trata de un hecho irrefutable que el paradigma del modelo económico lineal está llegando a su fin, y su lugar será ocupado por la economía circular, la alternativa más atractiva y lógica para lograr alcanzar a largo plazo una verdadera sociedad sostenible.

Tomando como ejemplo el modelo cíclico de la naturaleza, la economía circular se presenta como una filosofía de organización de sistemas inspirada en los seres vivos, que persigue la evolución hacia un modelo circular donde prima la reducción, la reutilización y el reciclaje de los elementos. Se trata por tanto de un modelo en el cual la sociedad utiliza y optimiza los flujos de materiales, energía y recursos, teniendo como objetivo la máxima eficiencia en el uso de los recursos. No solo eso, la economía circular también presenta oportunidades económicas, medioambientales, empresariales y sociales de tal importancia que hasta las principales economías del mundo han optado por incluirlas en sus planes de desarrollo a largo plazo. Entre ellas, la Unión Europea ha hecho especial hincapié en este tema, desarrollando un Plan de Acción con el fin de estimular la transición hacia una economía totalmente circular y convertirse así en la vanguardia de la economía circular en el mundo.

Con la elaboración del presente Trabajo de Fin de Grado se pretende profundizar en el concepto de economía circular y los distintos efectos que esta puede tener sobre el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental. Para ello, tendremos en cuenta su situación dentro de la Unión Europea y las oportunidades que ofrece.

En lo referente a la metodología empleada para el desarrollo del trabajo hemos utilizado: artículos de opinión, noticias de actualidad, trabajos de otros organismos como la Fundación Ellen MacArthur, declaraciones de organismos internacionales, jurisprudencia europea, datos de entidades oficiales y materiales audiovisuales para llegar así a nuestras conclusiones.

El trabajo se ha dividido en seis secciones, para así establecer ciertas pautas y poder diferenciar mejor los tópicos tratados. En la segunda sección se establece una aproximación al concepto de economía circular, ya que se trata de un concepto reciente y aún no se encuentra completamente definido. También repasaremos la evolución histórica y su introducción dentro del marco político europeo. En la siguiente sección, estableceremos los principios básicos, características, y fuentes de creación de valor de la economía circular, además de investigar su desarrollo en las tres potencias económicas más grandes del mundo.

En la sección cuatro procederemos al desarrollo un modelo teórico simplificado de crecimiento económico de economía circular, y lo contrastaremos con la llamada Curva Medioambiental de Kuznets justificando la efectividad de su aplicación y sus implicaciones económicas. En la quinta sección, analizaremos el Plan de Acción de la Unión Europea para la economía circular de 2015, las medidas adicionales posteriores y las oportunidades económicas, medioambientales, empresariales y sociales que ofrece la economía circular para la UE.

En la sexta sección, haremos referencia a los indicadores de circularidad más utilizados, tanto a nivel microeconómico como macroeconómico, otorgándole una mayor importancia al Indicador de Circularidad Material desarrollado por la Fundación Ellen MacArthur. Finalmente, en la sección siete se detallarán las

conclusiones e ideas de mayor importancia que se han adquirido durante la elaboración de este Trabajo de Fin de Grado.

2. HISTORIA Y CONCEPTO DE ECONOMÍA CIRCULAR.

La evolución de la economía global ha estado marcada por un modelo lineal de producción y consumo basado en “coger, hacer y tirar”. El modelo económico lineal ha sido el elemento fundamental del desarrollo industrial y ha generado un nivel de crecimiento económico mundial sin precedentes. Al mismo tiempo, la rápida aceleración de las economías de consumo desde mediados del siglo XX, caracterizadas por la producción en masa de bienes, ha provocado un incremento exponencial de las externalidades negativas hasta alcanzar proporciones alarmantes.

El modelo lineal de producción y consumo, aún vigente hoy en día, está basado en la disposición de grandes cantidades baratas y fácilmente accesibles de materiales y energía, así como de medios baratos para deshacerse de los residuos derivados de la producción. Por lo tanto, el modelo no es sostenible en un medio-largo plazo, ya que no se puede aplicar indefinidamente en un planeta con recursos limitados [Ellen MacArthur Foundation, 2015].

El modelo de creación de valor actual genera una cantidad asombrosa de residuos acumulados, al mismo tiempo que produce un agotamiento de las reservas de materias primas de bajo coste, que acaba por afectar a la productividad de los agentes económicos. Entre ellos, las empresas se han visto recientemente sorprendidas por los costes de protección de los riesgos económicos derivados del sistema lineal, como la volatilidad de precios de los recursos naturales o la incertidumbre sobre su suministro, que acaban finalmente por mermar su crecimiento económico. Además, el modelo lineal no se ajusta a las necesidades e inquietudes de las sociedades actuales, ya que no refleja el gran deterioro que está produciendo en el medioambiente y en los ecosistemas, palpable y de una creciente preocupación social. El conjunto de consecuencias relacionadas con el deterioro del medio ambiente constituye un verdadero desafío para la creación de riqueza global a largo plazo, por lo que resulta cada vez más cuestionado, no solo en el ámbito social, sino también por parte de responsables políticos y líderes empresariales [Espaliat, M. (2017)].

En los años 70, la concienciación medioambiental se extiende entre la sociedad occidental y empiezan a surgir los primeros estudios económicos con un alto contenido ecológico. Entre ellos, el más distinguido fue el informe encargado por el Club de Roma² a varios científicos, entre los que destaca la bióloga y científica Donella Meadows, publicado en 1972 bajo el título “The Limits to Growth”. Este informe desató el comienzo de una corriente ideológica que sería conocida como ecología política³. No obstante, ante la búsqueda de nuevas alternativas al sistema capitalista y socialista, emerge con gran influencia el “**movimiento ecologista**” a través de la creación de organizaciones ecologistas como “Greenpeace” (1973) y de partidos ecologistas o partidos “verdes”, tanto de derechas como de izquierdas, en numerosos Estados europeos.

Durante los años 80 las distintas escuelas de pensamiento ecológico comenzaron a perfilarse, pero no cobraron prominencia hasta la publicación del “Informe Brundtland” en 1987, *el cual plasmaba de una forma mucho menos radical lo que hubiera hecho el movimiento ecologista de una forma muy didáctica, bajo la definición de “desarrollo sostenible”* [Marcellesi, F. (2008)]. A finales de los años 80, emerge el concepto de “Cradle to Cradle” (de la cuna a la cuna) desarrollado por el químico alemán Michael Braungart y el arquitecto americano William McDonough en diferentes trabajos. El “Cradle to Cradle” consistía en *una manera diferente de idear, diseñar y producir de forma que los elementos que componen los productos pudieran ser 100% reciclables o reutilizables* [Rubio, M. (2014)]. Estos trabajos contribuyeron profundamente al desarrollo de la “economía en bucles”, conocida posteriormente como economía circular.

En este contexto de búsqueda de un nuevo modelo de producción y consumo sostenible, surge la idea de la economía circular como una alternativa atractiva y viable a largo plazo. Este término fue introducido en la literatura económica por

² El Club de Roma es una organización no gubernamental, fundada en Roma en 1968 por un pequeño grupo de científicos y políticos preocupados por el futuro del planeta, amenazado por las acciones humanas. Se trataba de una organización con ideología neomalthusiana que buscaba la conservación del medio ambiente.

³ La ecología política es una corriente ideológica que busca la solución de los problemas medioambientales mediante la promulgación e implementación de políticas en favor de la sustentabilidad medioambiental. Está en contra de todos los sistemas productivistas, tanto capitalistas como marxistas.

los economistas ingleses David Pearce y Kerry Turner, en su libro “*Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente*” publicado en 1989. De hecho, el capítulo 2 del libro lleva como título “*La Economía Circular*”.

Sin embargo, no fue hasta el año 2010 cuando la recién creada “Fundación Ellen MacArthur” consigue que la economía circular sea aceptada por la Comisión Europea como un cambio radical, pero necesario, ocupando así un lugar mucho más céntrico dentro del marco político europeo. Este concepto surge como una alternativa al modelo clásico de producción y consumo, ya que trata de un modelo reconstituyente y regenerativo, cuyo objetivo es maximizar la eficiencia de los recursos naturales en el sistema productivo, es decir, trata de mantener el valor de los productos, recursos y materiales el mayor tiempo posible dentro de la economía, y con ello, reducir la generación de residuos.

Aunque no existe una definición comúnmente aceptada del término “economía circular”, podemos definirla como: *un modelo económico basado en el principio de “cerrar el ciclo de vida” de los recursos de forma que se produzcan los bienes y servicios necesarios al tiempo que se reduce el consumo y el desperdicio de energía, agua y materias primas. Este modelo de ciclos cerrados de producción y consumo conserva los recursos naturales y contribuye al desarrollo* [EQUO (2016)]. Además, la economía circular diferencia en dos los ciclos cerrados de producción: ciclos técnicos⁴ y biológicos⁵.

No obstante, se puede considerar parte de la “transición a la economía circular” cualquier proceso que implique una disminución de las tasas de extracción y uso de recursos naturales, al mismo tiempo que se producen los bienes y servicios necesarios en nuestra vida cotidiana. Es por ello por lo que esta idea ha ido

⁴ El ciclo técnico consiste en la gestión de reservas de materias finitas. El uso sustituye al consumo. Las materias técnicas se recuperan y la mayor parte se restauran en el ciclo técnico. Es decir, los ciclos técnicos recuperan y restauran productos, materiales y componentes a través de estrategias como reparar, reciclar y reutilizar.

⁵ El ciclo biológico comprende los flujos de materias renovables. Los nutrientes renovables (biológicos) se regeneran en su mayor parte en el ciclo biológico. El consumo ocurre solo en ciclos biológicos, donde los materiales de base biológica están diseñados para retroalimentarse en el sistema a través de procesos como el compostaje y la digestión anaeróbica. Estos ciclos regeneran sistemas vivos, como por ejemplo el suelo, que proporciona nuevos recursos renovables.

cobrando cada vez una mayor importancia, no solo en el ámbito académico, sino también en el ámbito político, económico, social y empresarial.

En este sentido, la Comisión Europea vio en la economía circular una alternativa económica que permitiría a los países miembros de la Unión Europea alcanzar algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, entre los que destaca el objetivo número 12 de garantizar una modalidad de producción y consumo responsable. Por este motivo, la Comisión aprobó en diciembre del 2015 un paquete de medidas con el fin de acelerar la transición de Europa hacia una economía circular, acompañado poco después por el “Plan de Acción de la UE para la economía circular”, cuyo objetivo era fijar un marco normativo para el correcto desarrollo de la economía circular en el Mercado Único Europeo, ya que, tal y como define la Comisión, *la transición a una economía más circular, en la cual el valor de los productos, los materiales y los recursos se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y en la que se reduzca al mínimo la generación de residuos, constituye una contribución esencial a los esfuerzos de la UE encaminados a lograr una economía sostenible, hipocarbónica, eficiente en el uso de recursos y competitiva* [Fundación COTEC (2017)].

3. PRINCIPIOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA ECONOMÍA CIRCULAR.

3.1. Principios de la economía circular.

La economía circular se apoya sobre tres principios fundamentales de actuación:

Principio 1: Preservar y aumentar el capital natural, controlando stocks finitos y equilibrando los flujos de recursos renovables [Ellen MacArthur Foundation (2015); Cerdá, E. y Khalilova, A. (2016); Hidalgo, M. (2017)].

El sistema circular selecciona rigurosamente el uso de recursos, mediante la elección de tecnologías y procesos productivos basados en la utilización de recursos renovables, siempre que sea posible. A su vez, la economía circular ha de incrementar el capital natural fomentando flujos de nutrientes en el sistema, instaurando las condiciones óptimas para su regeneración.

Principio 2: Optimizar el rendimiento de los recursos, circulando siempre productos, componentes y materiales en su nivel más alto de utilidad tanto en ciclos técnicos como biológicos [Ellen MacArthur Foundation (2015); Cerdá, E. y Khalilova, A. (2016); Hidalgo, M. (2017)].

El sistema circular se fundamenta en la utilización de “bucles internos” o “bucles cerrados” siempre que sea posible, para preservar la energía incorporada en los procesos productivos, así como otros valores. El objetivo de estos bucles es alargar al máximo la vida útil del producto, otorgando prioridad al mantenimiento frente al reciclado de dicho producto, y optimizando la reutilización del mismo.

Principio 3: Promover la efectividad del sistema, haciendo patentes y proyectando eliminar las externalidades negativas. [Cerdá, E. y Khalilova, A. (2016), Ellen MacArthur Foundation (2015)].

Este principio trata de reducir los daños a los diferentes sistemas o áreas naturales, provocados por el ser humano a través de la realización de actividades habituales en nuestro día a día, tales como la alimentación, la movilidad, la educación, la salud o el ocio. Al mismo tiempo trata de gestionar, y a ser posible eliminar, las diferentes externalidades negativas tales como la contaminación atmosférica, acústica, hídrica y del suelo, la emisión de sustancias tóxicas o el cambio climático.

3.2. Características de la economía circular.

Con arreglo al concepto y a los principios de actuación que se han desarrollado anteriormente, podemos resaltar las siguientes características fundamentales de una economía estrictamente circular:

- Los residuos se eliminan del diseño.

En una economía circular, los productos y servicios son concebidos y diseñados de forma que se reduzca radicalmente la creación de desechos, mediante una mejor integración con los ciclos materiales biológicos y tecnológicos [Fundación COTEC (2017)]. Dado que los residuos biológicos no son tóxicos, pueden devolverse fácilmente al suelo mediante el compostaje o la digestión anaeróbica [Ellen MacArthur Foundation (2015)]. Por otro lado, los residuos técnicos, tales

como plásticos, metales y otros productos artificiales, se diseñan para ser recuperados, renovados y mejorados, minimizando así la aportación de energía necesaria al ciclo y maximizando la retención de valor, tanto en términos económicos como de disponibilidad de residuos [Espaliat, M. (2017)].

- Pensar en “sistemas”.

El pensamiento en sistemas se aplica de forma generalizada en una economía circular. Muchos elementos del mundo real, tales como las empresas, las personas o las plantas, forman parte de sistemas complejos en los que las distintas partes están fuertemente correlacionadas entre sí, a diferentes escalas espacio-temporales, lo que implica algunas consecuencias inevitables [Fundación COTEC (2017), Espaliat, M. (2017)].

Por lo tanto, para lograr una transición efectiva a la economía circular, hay que utilizar un enfoque de flujos y reservas, orientado a la circularidad y la transformación del medio ambiente, teniendo en cuenta estos vínculos y consecuencias en todo momento [Ellen MacArthur Foundation (2015), Espaliat, M. (2017)]. Además, este enfoque tiene que ser sinérgico, y debe estar basado en el rendimiento, es decir, en la creación de valores añadidos, de puestos de trabajo y en la reducción del consumo de recursos, lo que supondría una reducción de los impactos negativos logrando así una armonía entre los sistemas naturales y socioeconómicos [Fundación COTEC (2017)].

- Las fuentes de energía renovables impulsan la economía.

La economía circular propone utilizar solamente recursos renovables, por su disponibilidad ilimitada, para reducir el impacto negativo en el medio ambiente y la salud humana [Fundación COTEC (2017)]. De este modo, se consigue también reducir la dependencia energética de los recursos naturales limitados, como el petróleo o el gas natural, disminuyendo así la vulnerabilidad del sistema económico actual ante futuras perturbaciones. Al mismo tiempo, la incorporación de las energías renovables en el modelo circular sería posible, ya que los ciclos productivos y de servicios de tipo circular necesitan unos umbrales de energía inferiores [Espaliat, M. (2017)].

- Los precios y mecanismos de retroalimentación⁶ deben reflejar los costes reales.

En una economía circular, los precios actúan como mensajes y, por lo tanto, deben ser reflejados con su valor real y total para ser considerados con objetividad. De esta forma, los costes de los factores negativos se conocen, se valoran y se tienen en cuenta, eliminando así la falta de transparencia que, en determinados casos, llega a distorsionar su valor real, al actuar como una barrera que impide la transición equilibrada hacia la economía circular.

3.3. Fuentes de creación de valor.

A partir de los principios y las características fundamentales de la economía circular, descritos anteriormente, podemos destacar cuatro fuentes claras de creación de valor que ofrecen oportunidades en relación al diseño y uso lineal de materiales y productos:

- El poder del circuito interior.

Se refiere a minimizar el uso de materiales en relación al sistema de producción lineal. Esto quiere decir que, cuanto más estrecho sea el círculo, menor es el cambio al que se debe someter un producto para poder ser reutilizado, transformado o refabricado. De esta forma, los productos preservan más valor que tan solo reciclándolos y pueden ser reutilizados de una forma más rápida, incrementando el potencial de ahorro en los costes de materiales, mano de obra, energía y capital, al mismo tiempo que se reduce la extracción de materias primas y las emisiones de gases de efecto invernadero.

- El poder de circular más tiempo.

Se refiere a maximizar el número de ciclos consecutivos, ya sea mediante reutilización, refabricación o reciclaje, y/o el tiempo en cada ciclo del producto, ampliando así su vida útil, ya que cada ciclo prolongado evita el consumo de

⁶ La retroalimentación, o “feedback” en inglés, es método de circulación y registro de elementos y resultados de una actividad, que son reintroducidos en el mismo sistema posteriormente para así tener un mayor control del comportamiento de la empresa, optimizar y corregir los posibles errores.

materiales y energía que conlleva crear un nuevo producto. *Sin embargo, en el caso de productos que requieren energía, la vida útil óptima debe tener en cuenta la mejora de los rendimientos energéticos a lo largo del tiempo* [Ellen MacArthur Foundation (2015)].

- El poder del uso en cascada.

Se refiere a la reutilización diversificada en todas las fases de la cadena de valor, aumentando así el valor de una materia prima o secundaria mediante la definición de sus funciones concretas para intentar reintroducirla en una parte del ciclo de vida de su mismo uso o en la de usos distintos [Fundación COTEC (2017)].

- El poder de los inputs puros.

Se refiere al hecho de que los flujos de materiales no contaminantes incrementan la eficiencia en la recogida, separado y redistribución de los residuos mientras mantienen la calidad, incrementando así la productividad de los materiales [Ellen MacArthur Foundation (2015)].

3.4. Experiencias a nivel mundial.

La transición hacia la economía circular parece seguir patrones de desarrollo muy diferentes en los diversos países y agrupaciones de países de todo el mundo. Estos patrones suelen responder normalmente a cuál haya sido la causa u origen de dicha transición, y determina generalmente la estrategia socio-política aplicada por los distintos gobiernos. En este sentido, cabe destacar los diferentes enfoques de transición utilizados por los gobiernos de los tres países con mayor PIB nominal del mundo en la actualidad, según el Fondo Monetario Internacional, que son: Estados Unidos, China y Japón.

En lo que respecta a Estados Unidos, todavía no existe ninguna iniciativa política por parte del gobierno federal de promover la economía circular. Todo lo contrario, su presidente Donald Trump parece alejarse del todo de este concepto, al retirarse en 2017 del Acuerdo de París, el cual suponía un compromiso mundial para la lucha contra el calentamiento global. Sin embargo, a nivel de Estado, la mayor parte de ellos han adoptado desde 1980 una jerarquía sobre

gestión de residuos⁷, en la que la reducción y la reutilización están en la parte superior [Cerdá, E. y Khalilova, A. (2016)].

En lo relativo a Japón, el gobierno nipón está intentando alcanzar una economía circular desde 1991, principalmente por tres razones. En primer lugar, la alta densidad de población y su limitado espacio para la creación de vertederos, debido en parte a su terreno montañoso, forzó en los años 50 al pueblo nipón a encontrar alternativas de almacenamiento para los residuos. Una de ellas fue la eliminación de residuos mediante incineración, pero esta tuvo que ser abandonada en los años 90 cuando empezaron a surgir problemas de salud derivados de las dioxinas causadas por la misma. En segundo lugar, al tratarse de una potencia industrial con recursos minerales limitados, el gobierno nipón optó por fomentar el reciclaje de los productos y su refabricación, logrando así reducir la generación de residuos y la importación de materias primas minerales. En tercer y último lugar, la cultura de empresa de Japón simpatiza con la colaboración, ofreciendo así un enfoque favorable para la aplicación de un sistema de economía circular.

Por otro lado, las motivaciones históricas del gobierno chino son muy similares a las del gobierno japonés, pero su desarrollo es muy distinto. En 1993, el Partido Comunista Chino comenzó a defender una producción más limpia y eficiente, debido a la necesidad de disminuir la cantidad de materias primas importadas para la producción, pero también para mejorar las condiciones ambientales en las que se encontraba parte de la población china. Aunque no fue hasta finales de los años 90, cuando la influencia de la legislación alemana y japonesa despertó un enorme interés del gobierno chino en la economía circular.

El proceso de implantación de la economía circular en China comienza a partir de la aprobación del Plan Quinquenal nº11 (2006-2010), en el que se dedicó un capítulo entero a la economía circular. Este capítulo fue una iniciativa por parte del gobierno para desarrollar, mediante políticas y medidas financieras, las condiciones óptimas para que las grandes compañías comenzaran a explotar los

⁷ La jerarquía sobre la gestión de residuos establece un orden de prioridad desde la prevención, la preparación para la reutilización, el reciclado y la recuperación de energía hasta la eliminación, como es el caso del depósito en vertederos.

residuos de otras industrias como insumos, principalmente materiales pesados como el hierro y el cobre, y disminuir así una quinta parte del gasto en la importación de estas materias primas vírgenes. La aprobación en 2008 de la “ley de promoción de la economía circular” deja claro que el gobierno chino ha adquirido el concepto de economía circular como una estrategia política nacional, con un enfoque arriba-abajo, situándola en el centro de la política medioambiental china, pretendiendo así ser la primera civilización ecológica del planeta. Esta ley pedía a los gobiernos locales y provinciales que consideraran el desarrollo circular en sus estrategias sobre inversión y desarrollo. Además, el gobierno central, con el fin de estimular la inversión en economía circular, proporciona tanto apoyo financiero como rebajas fiscales a las compañías que la incorporen en sus procesos productivos.

Hasta ahora, la economía circular en China se ha desarrollado rápida y profundamente, ya que no solo ha apoyado la protección del medio ambiente, sino que ha forzado a las compañías a estimular el ahorro y la eficiencia en el uso de recursos. La propia Ellen MacArthur ha declarado recientemente que *“China ha sido durante mucho tiempo pionera en políticas y prácticas, y las ciudades chinas son centros de innovación de economía circular”* y la ha considerado como *“un ejemplo a seguir”*.

4. UN MODELO DE CRECIMIENTO ECONÓMICO CON ECONOMIA CIRCULAR.

Los modelos convencionales utilizados para analizar las actividades económicas están basados en un concepto unidireccional de producción, donde los recursos naturales que ingresan en un extremo del proceso productivo son convertidos en productos económicos que emergen en el otro extremo. En una economía de mercado, la atención se centra sobre el valor de los productos económicos, mientras que el agotamiento de los recursos naturales y la acumulación resultante de residuos generalmente se ignoran. Podemos esperar que, aplicando una perspectiva racional, si las personas no participan en el reciclaje y en la gestión de desechos, las reservas de muchos recursos pronto desaparecerán de la tierra. Por lo tanto, no es sorprendente el surgimiento de

actividades económicas circulares como un instrumento para promover la sostenibilidad, lo que ha atraído una atención creciente en los últimos años.

El objetivo principal de este apartado es presentar un modelo teórico simplificado de crecimiento económico que incorpore el concepto de economía circular. En concreto, analizaremos el Modelo de Crecimiento Económico de Economía Circular, desarrollado en 2015 por el economista y matemático inglés Donald A.R. George, el economista ambiental tailandés Brian Chi-ang Lin y el ingeniero civil chino experto en geotecnia ambiental Yummin Chen (modelo GLC).

Se trata de un modelo de economía circular basado en dos tipos de recursos económicos, un input contaminante y un input reciclable. Este modelo puede contrastarse con la hipótesis de la Curva Medio Ambiental de Kuznets⁸ (EKC por sus siglas en inglés), probablemente el tema más analizado de la economía ambiental empírica en los últimos años [Zilio, M. (2011)].

La hipótesis de la EKC explora la relación existente entre el crecimiento económico y la degradación medioambiental, intentando demostrar que a corto plazo el crecimiento económico genera un mayor deterioro medioambiental, mientras que a largo plazo el crecimiento económico es beneficioso para el medio ambiente, ya que la degradación medioambiental se reduce a medida que la renta per cápita incrementa. Por lo tanto, la EKC defiende que entre el crecimiento económico y la degradación ambiental existe una supuesta relación en forma de U invertida, como se puede observar en el gráfico 1.

⁸ El origen teórico de la EKC fue expuesto por Kuznets (1955, 1965, 1966), tras hallar una relación no lineal entre el crecimiento económico y la distribución de la renta per cápita [Alfranca, O. (2007)].

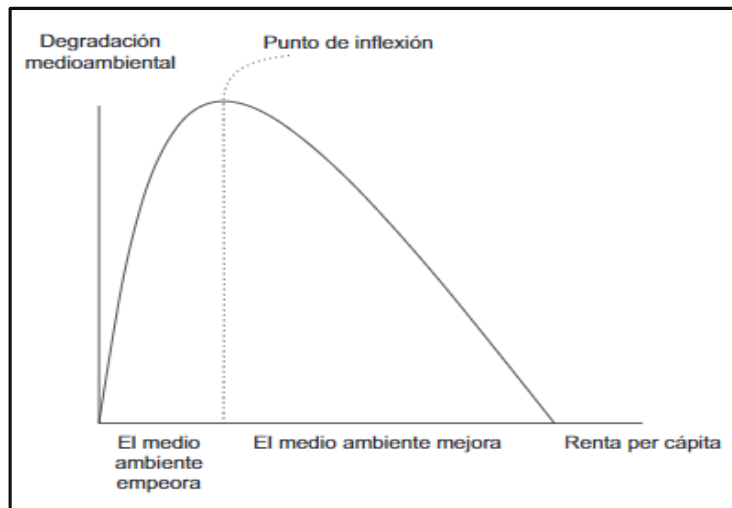


Gráfico 1: La Curva Medio Ambiental de Kuznets.

Fuente: Alfranca, O. (2007). Página 78.

No obstante, el análisis del modelo GLC muestra la existencia de una diferencia con la EKC tradicional, ya que la calidad medioambiental no se puede mantener ni mejorar a través del crecimiento económico. En cambio, la mejora de la calidad del medio ambiente, la reducción de la contaminación, solo podría lograrse a través del incremento de la tasa de auto-renovación ambiental o de la proporción de reciclaje.

4.1. La función de bienestar social.

El modelo está diseñado para centrarse en las cuestiones ecológicamente cruciales del reciclaje y la contaminación, por lo que, en aras de la manejabilidad, consideramos una economía cerrada sin crecimiento poblacional y nos abstraemos de la acumulación de capital y del progreso técnico.

Por lo tanto, nos centraremos en el problema de optimización al que se enfrenta un planificador social a la hora de asignar recursos en una economía centralizada. El planificador social maximiza una función de bienestar, que refleja las preferencias de la sociedad, igual al valor presente descontado de un flujo de utilidad futura que depende del consumo y de la contaminación, dado por:

$$U = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} u(c, P) dt \quad [1]$$

La función de utilidad instantánea viene dada por $u(c,P)$ donde c y P representan el consumo y la contaminación, respectivamente. Además, suponemos que al planificador social le gusta el consumo y no la contaminación, y sus preferencias son cóncavas, por lo que asumimos que $u_c > 0$, $u_p < 0$, $u_{cc} < 0$ y $u_{pp} > 0$. El parámetro ρ representa la tasa de preferencia temporal. Adicionalmente, la elasticidad intertemporal de sustitución (σ) se supone constante, de modo que $\sigma = \frac{-u_c}{u_{cc}c} > 0$.

4.2. La ecuación de acumulación de residuos.

Suponemos que el output q se produce a través de una función de producción cóncava (\emptyset):

$$q = \emptyset(x, z) \quad [2]$$

que utiliza dos factores de producción:

- El input reciclable (x), como puede ser el papel, vidrio, botellas de plástico o desechos animales.
- El input contaminante (z), como el carbón, el petróleo o el gas natural.

El coste de producción de una unidad del recurso contaminante se denota α y, por tanto, αz es el coste total de producir z . Por otro lado, la producción no consumida y no utilizada para el empleo del recurso contaminante, se acumula como residuo, aunque sea potencialmente reciclable. Suponemos que la proporción β del stock de residuos (S) se puede reciclar en cada periodo, por lo que βS es la cantidad de residuos que se reciclan en cada periodo. Por lo tanto, la dinámica de acumulación de los residuos sería:

$$\dot{S} = \emptyset(x, z) - c - \alpha z - \beta S \quad [3]$$

y dado que el reciclaje convierte los residuos en el factor de producción x , tendremos: $x = \beta S$. Sustituyendo x en la ecuación de acumulación de residuos queda:

$$\dot{S} = \emptyset(\beta S, z) - c - \alpha z - \beta S \quad [4]$$

4.3. La ecuación de acumulación de contaminación.

El nivel de contaminación generado en esta economía (P) depende de la cantidad de recurso contaminante utilizado, la proporción de reciclaje y la capacidad de auto-renovación del entorno natural. Suponemos que cada unidad de input contaminante (z) utilizado genera θ unidades de contaminación.

Además, en cada periodo también existe una cantidad de residuos denotados como $(1-\beta)S$ que no se pueden reciclar para el siguiente periodo. Se asume que estos residuos no reciclables generan unidades de contaminación una por una, esto quiere decir que cada unidad de residuo no reciclado generaría una unidad de contaminación. Finalmente, se supone que el ambiente natural se auto-renueva de tal manera que la cantidad de contaminación decae naturalmente a una tasa δ .

Al juntar todas estas consideraciones, queda la siguiente ecuación de acumulación de contaminación, la cual puede calcular la tasa neta de degradación ambiental. Es decir:

$$\dot{P} = \theta z - \delta P + (1 - \beta)S \quad [5]$$

4.4. Crecimiento óptimo en la economía circular.

Dadas las leyes de movimiento establecidas en las ecuaciones de acumulación de residuos [4] y de contaminación [5] para las dos variables de estado, P y S , el planificador elige las variables de control, c y z , para maximizar la función de bienestar social [1]. Por lo tanto, el hamiltoniano del problema es:

$$H = e^{-\rho t} u(c, P) + \lambda [\phi(\beta S, z) - c - \alpha z - \beta S] + \mu [\theta z - \delta P + (1 - \beta)S] \quad [6]$$

donde λ y μ son los precios sombra descontados de los residuos y de la contaminación, respectivamente. Las CPO's para este problema vienen dadas por las siguientes ecuaciones:

$$H_c = e^{-\rho t} u_c - \lambda = 0 \quad [7]$$

$$H_z = \lambda(\phi_z - \alpha) - \mu\theta = 0 \quad [8]$$

$$H_S = \lambda(\beta\phi_x - \beta) + \mu(1 - \beta) = -\dot{\lambda} \quad [9]$$

$$H_P = e^{-\rho t} \mu\rho - \pi\delta = -\dot{\mu} \quad [10]$$

Reorganizando [8] obtenemos:

$$\mu = \lambda \frac{(\alpha - \phi_z)}{\theta} \quad [11]$$

Y tomando logaritmos y derivando respecto al tiempo en [11]:

$$\dot{z} = \left(\frac{\dot{\mu}}{\mu} - \frac{\dot{\lambda}}{\lambda} \right) \left(\frac{\phi_z - \alpha}{\phi_{zz}} \right) \quad [12]$$

Haciendo lo mismo en [7], queda:

$$u_{cc}\dot{c} = \rho e^{\rho t} \lambda - \dot{\lambda} e^{\rho t} \quad [13]$$

Sustituyendo $\dot{\lambda}$ usando [9] y λ usando [7], se obtiene la tasa de crecimiento del consumo:

$$\frac{\dot{c}}{c} = \left(\frac{-u_c}{u_{cc}c} \right) \left[\beta(\phi_x - 1) - \rho + \left(\frac{\phi_z - \alpha}{\theta} \right) (\beta - 1) \right] \quad [14]$$

Donde la expresión $\frac{-u_c}{u_{cc}c}$ corresponde a la elasticidad intertemporal de sustitución, que asumimos que toma el valor constante $\sigma > 0$, dando la siguiente expresión para la tasa de crecimiento del consumo:

$$\frac{\dot{c}}{c} = \sigma \left[\beta(\phi_x - 1) - \rho + \left(\frac{\phi_z - \alpha}{\theta} \right) (\beta - 1) \right] \quad [15]$$

El producto marginal del input reciclable (ϕ_x) aparece en la expresión [15] y afecta positivamente a la tasa óptima de crecimiento del consumo. Además, la tasa de crecimiento del consumo disminuye con la tasa de preferencia temporal (ρ), aumenta con el ratio de reciclado (β), con el coste unitario de usar el input contaminante (α) y con el incremento de la contaminación por utilizar una unidad de input adicional (θ). Si el coste de usar un input contaminante aumenta, la economía sustituirá el input contaminante por un input reciclable e incrementará así la tasa óptima de crecimiento económico.

Para derivar la senda óptima del uso del input contaminante, sustituimos las ecuaciones [9] y [11] en la ecuación [12] y obtenemos:

$$\dot{z} = \left(\frac{\phi_z - \alpha}{\phi_{zz}} \right) \left[\frac{\dot{\mu}}{\mu} + \beta(\phi_x - 1) + \left(\frac{\phi_z - \alpha}{\theta} \right) (\beta - 1) \right] \quad [16]$$

Según [16], la cantidad de input contaminante empleada depende de $\frac{\dot{\mu}}{\mu}$ y del uso de input reciclable.

Por lo tanto, el sistema dinámico de economía circular consta de las ecuaciones [4], [5], [15] y [16], para obtener las trayectorias de dos variables de control (c y z) y dos variables de estado (S y P). En la etapa inicial, solo se utiliza una pequeña cantidad de input reciclable, con lo que su producto marginal del input es elevado. A medida que la sociedad incrementa el uso del input reciclable, su producto marginal va disminuyendo. La sociedad sustituye gradualmente el input contaminante por el input reciclable en la producción, por lo que \dot{z} tendría signo negativo, pero cuando la productividad marginal del input reciclable ha caído lo suficiente, se vuelve a usar el input contaminante, y el signo de \dot{z} sería positivo.

4.5. La economía circular como motor de la sostenibilidad.

A continuación se resume con ayuda de gráficos la dinámica y conclusiones del modelo, sin intentar ser exhaustivos, puesto que los detalles y demostraciones están en el artículo original.

Según [15], el consumo aumenta cuando el tamaño relativo de x/z aumenta, dicho de otra forma, una vez que x/z ha aumentado hasta un cierto umbral, el nivel de consumo alcanza su máximo. Este máximo supone un punto de inflexión importante, ya que a partir de ahí, $\dot{C} < 0$. Esta relación de un solo punto de inflexión se muestra en el cuadrante superior derecho del gráfico 2.

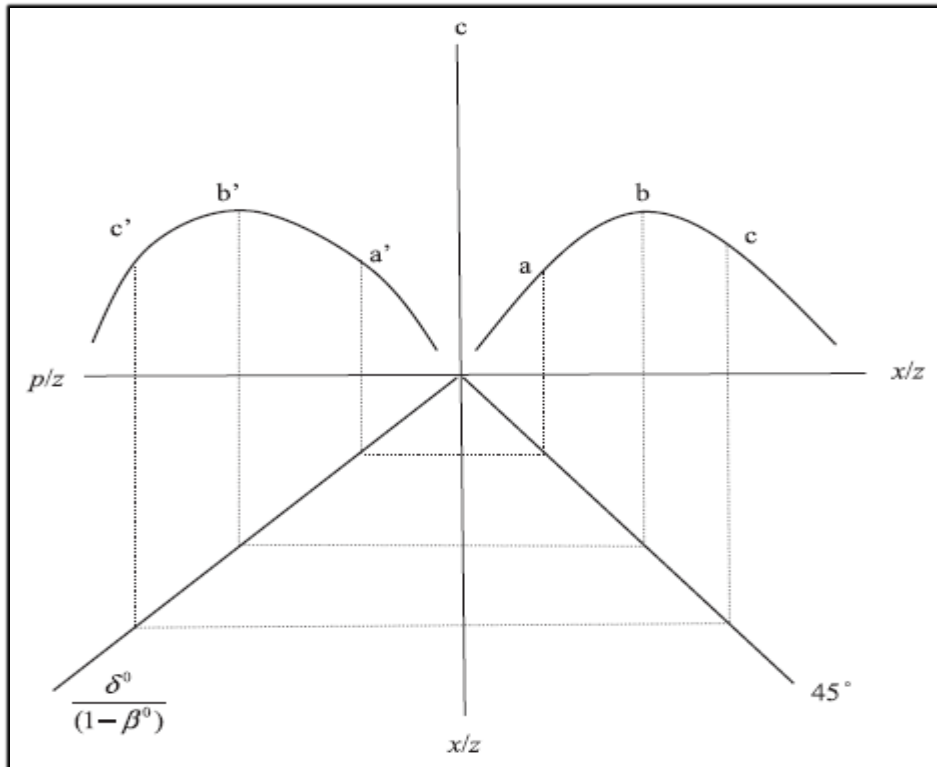


Grafico 2: Relación entre el consumo, el input reciclable, el input contaminante, y el nivel de contaminación.

Fuente: George, Lin y Chen (2015). Página 62.

En el cuadrante inferior izquierdo, se muestra la conexión existente entre el ratio de input reciclable y contaminante (x/z), y el nivel de contaminación medido en términos de input contaminante (p/z) a partir de la condición $\dot{P} = 0$. No obstante, la pendiente depende de la tasa de auto-renovación ambiental, δ , y del índice de reciclado, β . En definitiva, la pendiente se volvería más pronunciada si los valores de β o δ se hicieran más grandes.

Por otro lado, la curva en forma de U invertida situada en el cuadrante superior izquierdo representa la relación existente entre el consumo y la contaminación. Dicha relación en forma de U invertida recuerda la hipótesis de la Curva Medio Ambiental de Kuznets, pero difiere con ella en varios aspectos. Primero, los ejes vertical y horizontal de la Curva de Kuznets son los ejes opuestos de nuestra curva en U invertida.

En segundo lugar, la curva en U invertida del modelo de economía circular muestra que el nivel de contaminación aumenta a medida que aumenta el

consumo de esta. Cuando la economía comienza a desacelerarse y el consumo disminuye, el nivel de contaminación continua aumentando, lo que implica un alejamiento de la sostenibilidad ambiental. Esto viene a decir que la calidad medioambiental no se puede mantener ni mejorar a través del crecimiento económico, un resultado completamente diferente al pensamiento económico convencional.

4.6. Implicaciones.

El modelo de economía circular desarrollado anteriormente defiende claramente que la calidad medioambiental puede mejorarse a través de un aumento en la tasa de auto-renovación ambiental δ o de la tasa de reciclaje β .

Es importante destacar que el coste de reciclaje está ausente del modelo, ya que la incorporación de dicho coste implica que la efectividad del reciclaje no sería tan importante como en el caso de que el coste del reciclaje es igual a 0, debido a que una parte de los recursos habría que destinarla a cubrir este coste. Sin embargo, imponer el coste marginal fijo o moderado no obstaculiza la validez del resultado principal.

En la práctica, el planificador social o el gobierno pueden incorporar diferentes indicadores y mecanismos para promover la sostenibilidad, por ejemplo, incluyendo estimaciones de contaminación o reciclaje en los presupuestos nacionales. Suponiendo que un gobierno decida adoptar una política respetuosa con el medio ambiente y que la población incorpore una filosofía ecológica, la capacidad natural de auto-renovación, δ , o la proporción de reciclaje, β , aumentarían en consecuencia.

Si esta situación se produjera, si los valores de δ o β fueran más elevados, la pendiente de la recta situada en el cuadrante inferior izquierdo se volvería más pronunciada, tal como muestra el gráfico 3. Consecuentemente, se desplazaría la curva en forma de U invertida hacia adentro, lo cual implicaría un movimiento positivo hacia la sostenibilidad ambiental.

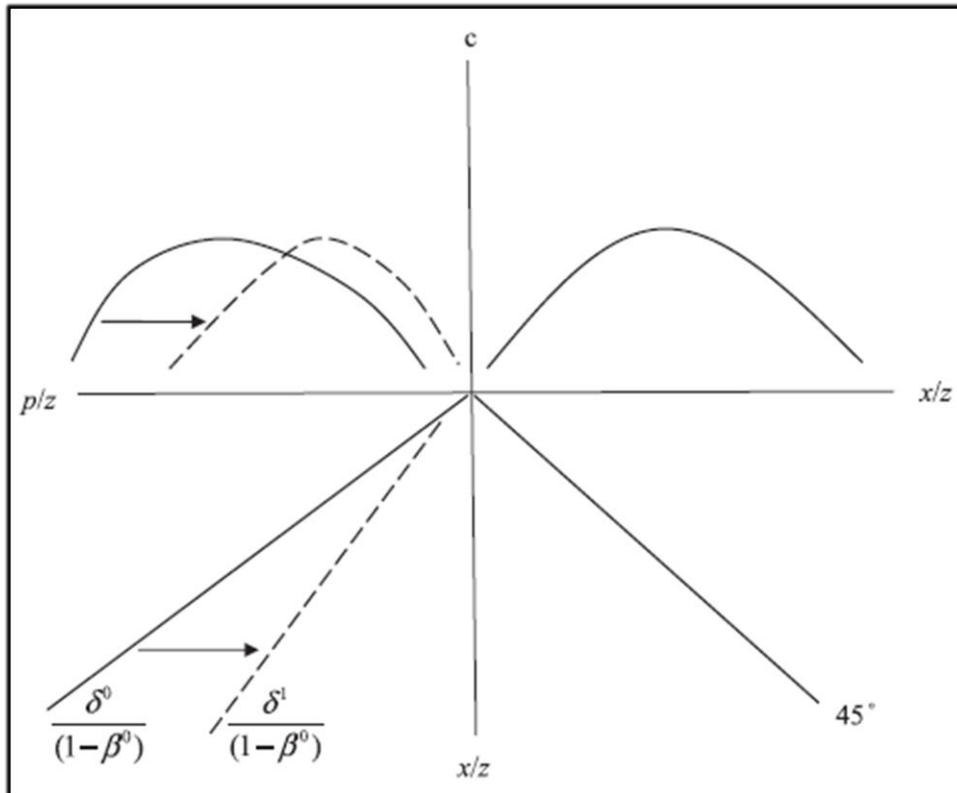


Gráfico 3: Efecto de la capacidad de auto-renovación del medio ambiente en el consumo, el nivel de contaminación y la sostenibilidad.

Fuente: George, Lin y Chen (2015). Página 63.

En general, los resultados indican que entre los factores que afectan al crecimiento económico se incluyen el producto marginal del input reciclable, la proporción de reciclaje del stock de residuos, el coste de usar el input contaminante y los riesgos, para la salud y la economía, que se derivan su empleo.

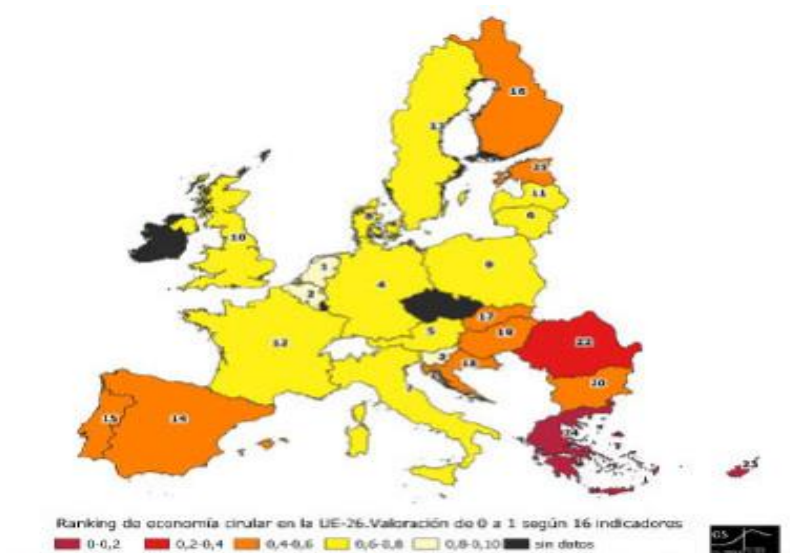
No obstante, este modelo ha sido desarrollado suponiendo que se tratara de una única economía centralizada. Sin embargo, si se tratara de un modelo de abierto de economía circular, en la que el país A cuente con abundantes recursos naturales y el país B con un alto nivel de tecnología de reciclado, se podrían complementar especializándose cada uno en su ventaja comparativa, creando así una economía circular internacional.

Por otro lado, suponiendo la existencia de diferentes economías fuertemente interrelacionados con un alto grado de competitividad tecnológica, como sucede

en la actualidad, se produciría una carrera tecnológica en el reciclado en la que el vencedor lograría una importante ventaja competitiva frente al resto de países, liderando así la transición hacia una economía circular.

En este sentido cabe destacar que, según los datos obtenidos del I Anuario de Economía circular, en la Unión Europea esta transición viene liderada por los Países Bajos, seguida de Bélgica, Austria y Alemania, todos ellos con una valoración superior al 0,7 del valor normalizado de 16 indicadores de Eurostat. Cabe mencionar también la situación de Grecia, que ocupa la última posición en el ranking europeo. Aunque no lo demostramos aquí, podemos concluir que los países con más intensidad de economía circular (mayor δ y β) son los que mejor medio ambiente tienen.

Por último, mencionar que España se sitúa en el puesto número 14 del ranking, tal y como se muestra en el mapa 1. Aunque destaca positivamente en varios indicadores como la creación de patentes relacionadas con la economía circular, la tasa de empleo relacionada con la economía circular o la inversión en I+D, también destaca muy negativamente en otros, sobre todo en aspectos de generación de residuos.



Mapa 1: Ranking por implantación de la economía circular en la Unión Europea con datos completos a partir de la integración de los valores normalizados de 16 indicadores de Eurostat.

Fuente: Observatorio de Sostenibilidad (2018).

5. LA UNIÓN EUROPEA Y LA ECONOMÍA CIRCULAR.

El concepto de economía circular es relativamente nuevo en Europa, ya que no se puso de moda hasta el año 2010, cuando la Fundación Ellen MacArthur mostró a la Comisión Europea un sistema alternativo de producción y consumo compatible con sus objetivos de crecimiento económico sostenible, creación de empleo, lucha contra la desigualdad y protección del medio ambiente.

Por este motivo, la Comisión Europea decidió adoptar en diciembre de 2015 un paquete de medidas para impulsar la transición hacia una economía circular, acompañado de un Plan de Acción de la UE para la Economía Circular, en el cual se establece una estrategia europea en materia de economía circular.

5.1. Plan de Acción de la Unión Europea para la Economía circular.

Este plan de acción tiene como propósito la transición progresiva de los países de la UE hacia una economía cada vez más circular. Fue emitido por la Comisión Europea el 12 de diciembre del 2015 con el objetivo de elaborar un marco normativo para garantizar un adecuado desarrollo de la economía circular en el mercado único europeo, así como difundir un mensaje claro y conciso a los operadores económicos y a la sociedad en general, del camino a seguir para la consecución de los objetivos de residuos a largo plazo.

El presente plan de acción contribuye a los esfuerzos de la UE de lograr una economía sostenible, hipocarbónica, competitiva y eficiente en el uso de recursos, conduciendo a los Estados miembros hacia una convergencia gradual al liberar el potencial de crecimiento de las empresas y crear numerosos empleos en todos los niveles de capacitación. El plan de acción se centra en medidas a escala con un elevado valor añadido, exigiendo un compromiso a largo plazo de los tres agentes económicos. Para ello, la Comisión delega en los Estados miembros el papel de integrarlo en sus acciones nacionales con el fin de lograr materializar los compromisos mundiales de la Unión Europea y de los Estados miembros de la UE, concretamente la Agenda de Desarrollo Sostenible para 2030 de las Naciones Unidas. No obstante, este plan contribuirá a cumplir los Objetivos de Desarrollo sostenible antes de 2030, especialmente el objetivo

número 12, el cual consiste en *“garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles”*.

Las acciones propuestas por la Comisión apoyan la economía circular en cada etapa de la cadena de valor. Además, el plan incluye compromisos globales sobre el diseño ecológico, la elaboración de planteamientos estratégicos sobre plásticos, sustancias y productos químicos, residuos alimentarios, residuos industriales y mineros, contratación pública y, por último y no por ello menos importante, medidas horizontales para facilitar la inversión y la innovación con el fin de estimular la transición a la economía circular.

5.1.1. Producción.

Como hemos mencionado anteriormente, la economía circular comienza desde el inicio mismo de la vida de un producto. Por lo tanto, tanto la fase de diseño del mismo como su proceso de producción desempeñan un importante papel a la hora de la obtención, utilización y generación de residuos a lo largo del ciclo de vida de un producto.

Un mejor diseño puede hacer que los productos sean más duraderos y fáciles de reparar, actualizar o reelaborar. A su vez, un mejor diseño facilita a los recicladores el desmantelamiento de los productos con el fin de recuperar los componentes y materiales valiosos que pondrían a disposición de las empresas en un mercado secundario, ahorrando así la extracción natural de materias primas. Por ello, la Comisión ha hecho hincapié en los requisitos futuros del diseño de productos, a través de la Directiva 2009/125/CE⁹ de diseño ecológico, con objeto de mejorar la eficacia y el comportamiento medioambiental de los productos, ya que hasta la fecha el diseño ecológico se ha orientado básicamente en la eficiencia energética.

En primer lugar, la Comisión ha elaborado unos requisitos de obligado cumplimiento para el diseño de productos, de modo que sea más fácil y seguro

⁹ Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se insta un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.

el reciclado, el desmantelamiento y la reutilización de los productos, especialmente de los productos electrónicos.

En segundo lugar, la Comisión propone que se distinga la contribución financiera en el diseño abonada por los productores sobre la base de los costes finales de la vida útil de los productos, lo cual serviría como un incentivo económico directo para el diseño de productos reciclables o reutilizables.

Por último, la Comisión está estudiando las mejores iniciativas para el establecimiento de un marco político más afín con las distintas líneas de trabajo sobre la política de productos de la UE, en beneficio de la economía circular.

Además, el uso ineficiente de los recursos en los procesos productivos puede dar lugar a la pérdida de oportunidades de negocio y a una simbólica generación de recursos, aun habiendo sido diseñados de forma inteligente. Por lo tanto, ante las repercusiones medioambientales causadas por la producción, la Comisión promueve la obtención sostenible de materias primas, tanto a nivel europeo como mundial.

En este sentido la industria desempeña un papel primordial si se compromete a respetar la sostenibilidad de las fuentes, y coopera mediante la modificación de las cadenas de valor. El problema es que existen diversos sectores industriales, y cada uno de ellos utiliza recursos distintos y genera residuos diferentes en sus procesos de producción. No obstante, la Comisión promueve las mejores prácticas en una serie de sectores industriales clave, a través de los “Documentos de Referencia sobre las Mejores Técnicas Disponibles” (BREF)¹⁰, los cuales han de ser incorporados por los Estados miembros en la emisión de nuevos permisos a las instalaciones industriales.

5.1.2. Consumo.

Las empresas y las administraciones públicas están formadas por millones de personas que toman decisiones a la hora de consumir de forma racional, en

¹⁰ La aprobación de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) se realiza mediante un intercambio de información entre la industria, la administración de los diferentes estados y las ONG's medioambientales. La coordinación y redacción de estos documentos la realiza el IPPC Bureau, el cual se encarga a su vez de revisarlos y actualizarlos.

función de la información de la que disponen. A menudo, las decisiones de los consumidores vienen precisadas por declaraciones ecológicas falsas. Por ello, la Comisión Europea está estudiando como incrementar la eficacia de las declaraciones ecológicas, entre las que destaca la etiqueta ecológica de la UE¹¹, permitiendo así la diferenciación de los productos de una manera fiable, clara y exacta.

Otro factor clave que afecta a las decisiones de los consumidores es el precio de los productos. Por este motivo, la Comisión alienta a los Estados miembros a promover instrumentos económicos como la fiscalidad, para que los precios reflejen mejor los costes ambientales de los productos.

Una vez adquirido el producto, la Comisión insta tanto a los Estados, como a las autoridades regionales y locales, a promover campañas de sensibilización a favor de la reutilización y reparación del mismo, alargando así su vida útil con el fin de moderar la cantidad de residuos domésticos. Además, *la Comisión preparará un programa de ensayos independientes en el marco del Horizonte 2020 para contribuir a identificar las cuestiones relacionadas con la obsolescencia programada* [Comisión Europea (2015)].

Por otro lado, la contratación pública o de las administraciones públicas, que representa alrededor de un 20% del consumo europeo, es un elemento clave para fomentar la economía circular. En este sentido, la Comisión ampliará el uso de la Contratación Pública Verde (CPV) en la financiación de la UE, a través de “acciones sobre la contratación pública ecológica”¹², con la intención de dar ejemplo al resto de las autoridades públicas.

5.1.3. Gestión de recursos.

La gestión de residuos ejerce una función imprescindible en la economía circular ya que determina la puesta en práctica del principio de jerarquía de los residuos

¹¹ La etiqueta ecológica de la UE es voluntaria, e identifica a los productos con un impacto medioambiental reducido durante todo su ciclo de vida.

¹² En consonancia con el objetivo de desarrollo sostenible global de promoción de prácticas de contratación pública que sean sostenibles [Comisión Europea (2015)].

de la UE¹³, y con él, el mantenimiento de los recursos en permanente circulación dentro de la UE. En este sentido, la Comisión Europea ha elaborado varias propuestas legislativas, en base al principio de jerarquía de residuos, cuyo objetivo es generalizar el reciclado entre los ciudadanos de la UE y reducir el depósito de residuos municipales en vertederos. Para lidiar con este problema, la Comisión se ha adelantado y fomenta, entre las propuestas legislativas mencionadas anteriormente, la creación de capacidades excesivas en las infraestructuras para el tratamiento de desechos residuales [Comisión Europea (2015)].

Por último, en el caso de que los residuos no puedan ser reciclados ni reutilizados, por motivos de viabilidad económica y medioambiental, la Comisión promueve “la transformación de residuos en energía” en vez de su deposición en vertederos, siempre y cuando siga el principio de jerarquía de residuos de la UE.

5.1.4. De residuos a recursos: Impulsar el mercado de materias primas secundarias.

El mercado de materias primas secundarias aun representa una pequeña proporción sobre el total de los materiales utilizados en la UE. No obstante, se prevé un importante crecimiento de este mercado debido a los efectos derivados de la mejora de la gestión de residuos, aunque este crecimiento puede verse limitado por ciertos obstáculos.

La incertidumbre sobre la calidad de las materias primas secundarias es uno de estos obstáculos. Ante la dificultad de determinar los niveles de pureza del reciclado de alta calidad, la Comisión está apoyando este mercado mediante la elaboración de “normas de calidad” a escala de la UE, contribuyendo así a aumentar la confianza de los operadores económicos que piensen utilizarlas.

Sin embargo, para que el mercado de materias primas secundario sea dinámico, es necesario proyectar un cierto nivel de demanda de materiales reciclados en

¹³El principio de jerarquía sobre la gestión de residuos viene determinado en la Directiva 2008/98/CE de la UE, la cual establece el tratamiento óptimo de los residuos, dejando como última alternativa el depósito en vertederos.

productos e infraestructuras. En este sentido, el papel del sector privado es primordial a la hora de generar demanda y establecer cadenas de suministro. Además, es importante destacar el papel de las autoridades públicas, encargadas de fomentar la demanda de este tipo de materiales a partir de sus políticas de contratación pública (mencionado en la sección 5.1.2.).

5.1.5. Innovación, Inversión y otras medidas horizontales.

La transición hacia una economía circular constituye un cambio sistémico¹⁴, por lo que es necesario desarrollar unas condiciones óptimas para que la economía prospere y los recursos puedan movilizarse. Los elementos clave para un cambio sistémico son la investigación y la innovación, las cuales requieren una gran financiación y tienen una importancia vital a la hora de estimular la transición ya que contribuyen a la modernización de la industria de la UE.

En este sentido, cabe destacar el importante papel que ejercen los diferentes programas de financiación pública desarrollados por la UE, como por ejemplo, los de la política de cohesión (LIFE¹⁵ y COSME¹⁶). Además, es imprescindible destacar el programa de trabajo de la UE “Horizonte 2020”, el cual incluye como iniciativa de primer orden en 2017 una “Industria 2020 en la economía circular”, concediendo más de 650 millones de euros en apoyo a proyectos innovadores relacionados con la economía circular. Esta iniciativa se sumaría a una amplia gama de programas Horizonte 2020 ya existente en apoyo a proyectos innovadores relacionados con la economía circular.

Por otro lado, la financiación privada se orienta hacia las nuevas oportunidades empresariales que ofrece la economía circular. Para apoyar el desarrollo de dichas inversiones, la Comisión está animando a presentar solicitudes de

¹⁴ Proyecto a largo plazo en el que se tienen en cuenta todas las partes de un sistema y las relaciones entre ellas.

¹⁵ El Programa del Medio Ambiente y Acción por el Clima (LIFE) es un instrumento financiero de la UE para el periodo 2014 hasta el 2020, cuyo objetivo general se basa en ayudar a catalizar de los cambios en el desarrollo y la aplicación de políticas para lograr los objetivos medioambientales y climáticos, así como la promoción de tecnologías innovadoras en materia de medio ambiente y cambio climático.

¹⁶ El Programa para la Competitividad de las Empresas y para las Pequeñas y Medianas Empresas (COSME) fue aprobado por la UE en 2014 y cuenta con un presupuesto de 2,3 billones de euros a ejecutar desde el 2014 hasta el 2020. El objetivo de este programa es ayudar a los emprendedores y a las PYMES a empezar a operar, acceder a financiación y a internacionalizarse, además de ayudar a las autoridades a mejorar el entorno empresarial y facilitar el crecimiento económico de la UE.

financiación al Fondo Europeo para Inversiones Estratégicas (FEIE), a través del Centro Europeo de Asesoramiento para la Inversión (CEAI) y del programa de asesoramiento “InnovFin” del Banco Europeo de Inversiones (BEI).

5.1.6. Seguimiento de los avances hacia una economía circular.

Con objeto de evaluar los avances hacia la economía circular y la eficacia de las acciones nacionales y europeas, la Comisión ha desarrollado una plataforma de seguimiento formada por un conjunto de indicadores fiables a partir de la gran cantidad de datos ya recopilados que contiene la Oficina Europea de Estadística, más conocida como Eurostat.

No obstante, la Comisión trabaja conjuntamente con la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) y los Estados miembros para elaborar, a través de la base de datos de Eurostat, un marco de seguimiento sencillo y eficaz que contenga un conjunto de indicadores clave y significativos que reflejen los principales elementos de la economía circular. En este sentido, cabe destacar el Marcador de uso eficiente de los recursos y el Marcador de las materias primas, los cuales contienen indicadores y análisis pertinentes que son especialmente útiles para el seguimiento de los avances de la economía circular [Comisión Europea (2015)].

5.2. Medidas adicionales.

Con el fin de complementar el Plan de Acción de la UE para la economía circular, la Comisión Europea fue adoptando de forma cronológica nuevas iniciativas y propuestas legislativas para apoyar la transición hacia una economía circular, entre las que destacaremos las más significativas.

En diciembre de 2015 se lanzó una propuesta de legislación para la venta online de productos y servicios, posteriormente ratificada por la Comisión, con la que se pretendía principalmente fortalecer las garantías de los consumidores ante los productos defectuosos vendidos online, ampliando su garantía a 12 meses, además de homogeneizar y estandarizar las normas del comercio online a nivel europeo.

En marzo de 2016, la Comisión presentó un nuevo reglamento para impulsar la utilización de abonos orgánicos y obtenidos de los residuos en la UE, con el objetivo de crear un Mercado Único de Fertilizantes y transformar así el problema de los residuos en una oportunidad económica. Este reglamento establece normas comunes sobre la conversión de biorresiduos en materias primas que pueden emplearse para la fabricación de fertilizantes, poniéndolos en igualdad de condiciones con los abonos tradicionales al permitirles el acceso al Mercado Único de la UE [Comisión Europea (2017)].

En mayo de 2016 se estableció el Plan de Trabajo del Ecodiseño 2016-2019 como parte del paquete de medidas “energía limpia para todos los europeos”, al incorporar criterios de economía circular y convertirse así en uno de los instrumentos más significativos de la Comisión Europea para la lucha contra el cambio climático y la escasez de recursos naturales.

En agosto de 2016 la Comisión adoptó la Plataforma sobre las Pérdidas y Desecho de Alimentos con el objetivo principal de incrementar la cooperación intersectorial a fin de evitar el desperdicio de alimentos. Por lo tanto, esta plataforma contribuye a lograr la meta 3 del ODS número 12, la cual trata de reducir a la mitad los residuos y las pérdidas de alimentos per cápita en 2030 [FEPEX (2016)].

En noviembre del 2016, la Comisión aprobó el lanzamiento del Plan de Acción de la Defensa Europea, con el que se pretendía realizar un gasto más eficiente en el desarrollo de las capacidades conjuntas a través de la aplicación de los principios de la economía circular. Posteriormente, en enero del 2017, la Agencia Europea de Defensa (EDA, por sus siglas en inglés) lanzó un proyecto, para establecer una hoja de ruta para introducir el concepto de economía circular en el ámbito de la Defensa [Hidalgo, M. (2017)].

En enero de 2017 la Comisión emitió una Comunicación sobre el papel de la transformación de residuos en energía, cuya finalidad es *garantizar que la recuperación de energía a partir de residuos en la UE respalde los objetivos del Plan de Acción para la economía circular y esté firmemente orientada por la jerarquía de residuos de la UE* [Comisión Europea (2017)].

También en enero de 2017, la Comisión lanzó la Plataforma de Financiación de la Economía Circular con el propósito de encontrar un punto en común entre la Comisión, el BEI, los mercados financieros y las empresas para impulsar los proyectos de economía circular y concienciar sobre las oportunidades económicas de inversión que ofrecen estos proyectos. De esta forma, se logra reforzar el vínculo entre los instrumentos de financiación ya existentes como son el Fondo Europeo para Inversiones Estratégicas y la Iniciativa InnovFin respaldada por el programa de financiación Horizonte 2020 [European Commission (2017)].

5.3. Ventajas de la Estrategia Circular para Europa.

Todas las propuestas anteriores han sido ratificadas por la Comisión Europea con el objetivo de convertir Europa en una potencia económica cada vez más circular. En este proceso de transición hacia una economía circular, podemos destacar cuatro ventajas potenciales: económicas, ambientales, empresariales y sociales.

5.3.1. Ventajas económicas.

- Crecimiento económico.

El valor del crecimiento económico derivado de la implantación de la economía circular, definido según el PIB, se consigue principalmente a través de una combinación del aumento de los ingresos proveniente de las nuevas prácticas circulares, y de la reducción de los costes de producción por el uso más eficiente de las materias primas [Espaliat, M. (2017)].

La reducción de los costes productivos origina un cambio en el valor de los insumos y productos de las actividades de producción, afectando al suministro, demanda y precio de los productos en todos los sectores de actividad económica, creando así una serie de efectos indirectos que conllevan a una variación positiva en el PIB. Entre estos efectos indirectos cabe destacar el aumento del gasto y del ahorro derivado del incremento de la renta familiar, que a su vez provoca un aumento de la remuneración de la mano de obra [Espaliat, M. (2017)].

En este sentido, la Fundación Ellen McArthur menciona literalmente en su informe “Towards a Circular Economy. Business rationale for an accelerated transition” que *en una senda de desarrollo económico circular, se estima que el PIB europeo, por ejemplo, podría crecer hasta un 11% hacia el año 2030, y alcanzar un 27% en el año 2050, si se compara con los porcentajes respectivos del 4% y el 15% que se lograría manteniendo el actual escenario de desarrollo.*

- Ahorros netos de costes de materias primas.

La economía circular creará un nuevo sector dedicado a las actividades de logística inversa¹⁷ desplazando el uso de materiales intensivos en energía y de extracción primaria, incrementando así la productividad material, la cual produce un efecto positivo en el desarrollo económico.

En este sentido, la Unión Europea señala que dado un escenario avanzado de economía circular como el que se pretende lograr con el presente Plan de Acción, los nuevos modelos de producción permitirían un ahorro neto anual de unos 600.000 millones de euros de costes de materias primas en los sectores de manufactura de productos complejos de duración media [Espaliat, M. (2017)].

- Creación de empleo.

Actualmente, se considera que en la UE existen 3,4 millones de trabajadores en sectores vinculados a la economía circular, como son la gestión de residuos, el reciclado, el alquiler de productos o los mercados de segunda mano [CIWM Journal Online (2015)]. Sin embargo, los nuevos modelos de producción circular implicarían el uso generalizado de las tecnologías avanzadas derivadas de la digitalización, creando así numerosos empleos de una alta especialización. Además, la adopción de la economía circular acarrea consigo la creación de numerosos puestos de trabajo de baja y media especialización a escala local, lo que permite afrontar los problemas de desempleo y empleo de baja calidad que amenazan a las economías de los países desarrollados.

¹⁷ La logística inversa es el proceso de implantación y control de forma eficiente y al coste óptimo del flujo de materias primas, materiales en curso de producción y productos acabados, desde el punto de consumo hacia el punto de origen con el objeto de recuperar el valor de los materiales o asegurar su correcta eliminación. Entre las actividades de logística inversa caben destacar: reutilización, restauración, reparación, refabricación, reciclaje e incineración.

Por lo tanto, se puede afirmar que la implantación de la economía circular contribuye sin ninguna duda al fomento del empleo, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo. De hecho, los efectos positivos en el empleo derivados de la adopción de los principios de la economía circular se deben fundamentalmente al incremento del gasto, acompañado de la reducción de los precios en diferentes sectores, el aumento de la intensidad de empleo de mano de obra en las actividades de reciclaje, y la necesidad de trabajadores de alta cualificación en las actividades de refabricación. También cabe destacar que estos efectos son solo el inicio de una serie de escenarios transformativos de creación de valor, que se instaurarían a medida que los nuevos modelos de negocio circulares se vayan difundiendo a escala global.

En este sentido, cabe destacar el informe del Programa de Acción de Recursos y Residuos del Reino Unido¹⁸, publicado en 2015, en el que se consideran diferentes escenarios de desarrollo de la economía circular en Europa. Este informe afirma que, *siguiendo el actual ritmo de desarrollo, en 2030 se crearía en Europa 1,2 millones de empleos extra y se reduciría el desempleo estructural en alrededor de 250.000*, mientras que *una mayor expansión de la economía circular en Europa tendría el potencial de crear hasta 3 millones de empleos extra y reducir el desempleo estructural en alrededor de 520.000 puestos para 2030* [CIWM Journal Online (2015)].

- Innovación.

La iniciativa de emplear el diseño ecológico para lograr la sustitución de los productos fabricados de forma lineal por bienes circulares, así como la creación de redes de logística inversa, representan una fuente de poderosos estímulos para generar nuevas ideas y fomentar la innovación [Espaliat, M. (2017)].

Entre las ventajas de una economía innovadora, basada en el ecodiseño y la ecoinnovación¹⁹, se incluyen el incremento de las tasas de desarrollo

¹⁸ El informe completo del WRAP UK se encuentra disponible en internet bajo el título de “Economic Growth Potential of More Circular Economies”.

¹⁹ Por ecoinnovación se entiende *cualquier forma de innovación que represente un importante avance hacia el objetivo de desarrollo sostenible mediante la reducción de los efectos de nuestros modos de producción en el medio ambiente, el aumento de la resistencia de la naturaleza a las presiones medioambientales o un aprovechamiento más eficiente y responsable de los recursos naturales* [Comisión Europea (2015)].

tecnológico, el empleo de las materias primas derivadas del reciclaje y la recuperación, la creación y formación de mano de obra especializada, la mejora de eficiencia energética, y las oportunidades de optimizar la competitividad y la rentabilidad de las empresas [Espaliat, M. (2017)].

5.3.2. Ventajas ambientales.

- Prevención de riesgos y gestión equilibrada de los recursos naturales.

La política medioambiental europea tiene como objetivos principales hacer la economía de la UE más ecológica, proteger la naturaleza y salvaguardar la salud y calidad de vida de los habitantes. Para lograrlo, la UE está intentando desarrollar un gran número de políticas integradas que promuevan un marco medioambiental sostenible [Unión Europea (2019)].

No obstante, la adopción de los principios circulares sirve de base para la puesta en marcha de los principios de prevención de riesgos naturales, requisito fundamental para lograr la sostenibilidad integral²⁰. En este sentido, la Comisión Europea no solo se ha centrado en lograr una gestión equilibrada de los recursos, sino también en reducir la peligrosidad de los residuos para evitar efectos nocivos en los seres vivos y el medio ambiente [Espaliat, M. (2017)].

- Reducción de emisiones de dióxido de carbono.

La Fundación Ellen MacArthur ha llegado a la conclusión de que, siguiendo una senda de desarrollo económico circular en Europa, se lograría reducir a la mitad las emisiones de dióxido de carbono de aquí a 2030, partiendo de los niveles actuales. Esto supondría una reducción del 48% de las emisiones de CO2 relacionadas con la movilidad y los sistemas de alimentación, cifra que podría elevarse hasta alcanzar el 83% para el 2050 [Ellen MacArthur Foundation (2015), Espaliat, M. (2017)]

- Consumo de materias primas.

²⁰ *La sostenibilidad debe entenderse en un sentido integral, y en su múltiple dimensión ambiental, económica, social y, sobre todo, como un proceso de cambio para configurar un nuevo estilo de desarrollo que se orienta hacia la perdurabilidad del sistema global, conformado por el conjunto de los sistemas humanos y naturales en permanente interacción [Jiménez, L (2010)].*

Según la Fundación Ellen MacArthur, al orientar la producción hacia el principio de optimización del uso de recursos y siguiendo una senda de desarrollo económico circular, se conseguiría reducir el consumo de materias primas²¹ en un 32% de aquí al año 2030, y en un 53% al año 2050 con respecto al consumo actual [Ellen MacArthur Foundation (2015)].

- Productividad y calidad del suelo.

Una de las grandes preocupaciones de los gobiernos de los países desarrollados es la pérdida de calidad del suelo, ya que su deterioro supone un coste estimado anual de 40.000 millones de dólares [Espaliat, M. (2017)]. Aplicando los principios de la economía circular, se conseguiría movilizar mucha más materia biológica en los procesos de compostaje o digestión anaeróbica y de vuelta al suelo, permitiendo reducir e incluso eliminar la necesidad de reposición mediante el uso de nutrientes adicionales, más bien conocido como fertilizantes. Además, el uso sistemático de los residuos orgánicos como fertilizantes reduciría los residuos en la cadena de valor de la alimentación e impulsaría la regeneración del suelo, incrementando así su productividad y su valor como activo.

En este sentido, la Fundación Ellen MacArthur estima que si Europa continua fomentando *un enfoque económico circular en los sistemas de alimentación, el consumo de fertilizantes sintéticos podría reducirse hasta un 80% de aquí al año 2050* [Ellen MacArthur Foundation (2015)]

- Reducción de externalidades negativas.

La economía circular respalda la gestión eficaz de las externalidades negativas, tales como el uso indebido del suelo, el vertido de sustancias tóxicas, la contaminación acústica, del aire y del agua, y el cambio climático. Por ejemplo, el modelo circular beneficiaría a los ciudadanos (apartado 5.4. de ventajas sociales: incremento de la renta disponible) al reducir la pérdida de tiempo ocasionada por las congestiones de tráfico de vehículos en carreteras y ciudades en un 16% para 2030 y casi un 60% para 2050.

²¹ El consumo de materias primas viene medido por los materiales de coches y construcción, suelo inmobiliario, fertilizantes sintéticos, pesticidas, uso de agua en agricultura, combustibles fósiles y energía no renovable.

5.3.3. Ventajas empresariales.

- Incremento de la productividad y la competitividad.

Las empresas, al adoptar los principios de la economía circular, se beneficiarían de grandes ahorros netos en costes de materias primas, además de lograr disminuir los riesgos de suministro y de volatilidad de los precios. No obstante, para gozar de estos beneficios, las empresas tendrían que fomentar la innovación, creando nuevos puestos de trabajo y mejorando así tanto su productividad como su competitividad, lo cual garantizaría su estabilidad en el mercado a largo plazo [Espaliat, M. (2017)].

Por lo tanto, tal y como afirma el director general del departamento de Medio Ambiente de la Comisión Europea, Daniel Calleja, la economía circular representa una gran oportunidad en Europa, ya que puede elevar hasta un 30% la productividad de las empresas, además de favorecer la contratación de miles de puestos de trabajo [Juste, C. (2016)].

- Generación de beneficios.

Tanto las empresas individuales como las grandes corporaciones pueden reducir de manera autónoma el coste de los insumos de producción incorporando esquemas circulares y, en algunos casos, generar flujos de beneficios totalmente nuevos [Ellen MacArthur Foundation (2015)]. Tales son estos beneficios para la economía europea que *se cuantifican en torno a 1.800 billones de euros, un gran interés por parte de las corporaciones globales en liderar este proyecto, aprovechando las facilidades que ofrece la Comisión Europea* [EQUO (2016)].

- Reducción de la volatilidad e incremento de la seguridad de los beneficios.

El paso hacia un modelo de producción circular supone para las empresas un menor uso de materias primas vírgenes y un mayor uso de insumos reciclados, lo cual reduce la exposición de las mismas a unos precios de las materias primas cada vez más volátiles, generando una mayor seguridad ante variaciones de precios inesperadas. Además, la amenaza de interrupción de las cadenas de suministro por culpa de desastres naturales o desequilibrios geopolíticos también se ve reducida por la existencia de fuentes alternativas de recursos productivos.

- Generación de la demanda de servicios empresariales.

La implantación de una economía circular generaría la demanda de nuevos servicios empresariales tales como la recogida, el desmontaje, el reacondicionamiento de productos, la reintegración en el proceso de fabricación y la comercialización. Este tipo de servicios precisan una especialización absoluta en sus procesos, por lo que, *en la mayoría de los casos, es posible aplicar economías de escala entre fabricantes cuyas actividades son afines o complementarias, generando sinergias y nuevas oportunidades de negocio para las empresas que comparten los recursos dentro del circuito productivo* [Espaliat, M. (2017)].

- Estimulo de mayor interacción con los clientes.

Una vez que las empresas incorporaran los principios circulares en sus esquemas comerciales, tendrían la posibilidad de interactuar de forma cercana y creativa con los clientes. A través de nuevos modelos de negocio, como el leasing o el renting, las empresas podrían establecer una relación más duradera con los clientes al incrementarse el número de contactos con el cliente durante la vida útil del producto, permitiéndolas conocer mejor las pautas de uso, lo que podría conducir a un ciclo virtuoso de productos mejorados, un mejor servicio y una mayor satisfacción del cliente [Espaliat, M. (2017)].

5.3.4. Ventajas sociales.

- Incremento de la renta disponible.

La Fundación Ellen MacArthur, tras analizar los tres sectores más importantes para la sociedad actual (movilidad, alimentación y entorno de la construcción), llegó a la conclusión de que una senda de desarrollo económico circular puede incrementar significativamente la renta disponible de la familia media europea, debido al menor coste de los productos y servicios y a la conversión del tiempo improductivo en productivo (por ejemplo, la reducción de la pérdida de tiempo ocasionada por la congestión de tráfico, vista anteriormente). En concreto, la renta disponible media de las familias aumentaría un 11% más que con la senda de desarrollo actual para el 2030, lo que equivale a unos 3000 euros [Ellen MacArthur Foundation (2015)].

- Aumento de la calidad y reducción del precio de productos y servicios.

La calidad o el beneficio económico que experimentan actualmente los clientes podría verse aumentada gracias a la mejor relación calidad-precio que ofrecen los modelos circulares. Las opciones de elección del cliente se verían ampliadas, ya que los productores ofrecen la posibilidad de personalizar los productos o servicios para satisfacer mejor las necesidades de los clientes, adaptando la demanda a una oferta más objetiva, y reduciendo así las posibilidades de compra impulsiva de los clientes [Espaliat, M. (2017)].

- Reducción de la obsolescencia programada.

Un modelo económico circular solo permitiría la fabricación de productos si estos fuesen hechos con el objetivo de durar o ser reutilizados tantas veces como fuese posible. De esta forma se mejorarían los presupuestos y la calidad de vida de los ciudadanos ya que, si los clientes consiguen superar la obsolescencia reducida, estos disminuirían considerablemente los costes totales de propiedad y dispondrían de una mayor comodidad al evitar los inconvenientes que conllevan las reparaciones y devoluciones.

6. INDICADORES DE CIRCULARIDAD.

Cuando hablamos de la economía circular, es necesario pensar que hablamos tanto de empresas, comunidades y administraciones locales, como de países y grandes mercados, hasta el punto de hablar del comercio internacional o de la sociedad humana en su conjunto. Por lo tanto, para lograr obtener una visión completa de la situación actual de la economía circular, necesitamos tener en cuenta tanto indicadores macroeconómicos como microeconómicos.

Los indicadores macroeconómicos existentes para medir los avances hacia la economía circular son muy pocos, e incluso los existentes no parecen muy fiables ni relacionados. A pesar de esto, la OCDE y los países del G8 han decidido utilizar como indicador principal la Productividad de los Recursos (Resource Productivity en inglés), elaborado a partir del ratio entre el PIB y el

uso neto de materias primas²². No obstante, este ratio no tiene en cuenta la cantidad de materias primas incorporadas a los productos de consumo o componentes importados.

Del mismo modo, la Comisión Europea ha incorporado en Eurostat varios indicadores con el fin de seguir más de cerca la eficiencia del uso de las materias primas, tales como el consumo de materias primas per cápita o el volumen de residuos generados per cápita. Sin embargo, estos indicadores parecen no aportar demasiada relevancia.

Por otro lado, la Fundación Ellen MacArthur ha desarrollado el proyecto Indicadores de Circularidad que consiste en un conjunto de indicadores fiables con un enfoque abajo-arriba, que parte de medir el nivel de economía circular existente a escala microeconómica, tanto en productos como en empresas, para consolidar un indicador que sea capaz de ofrecer una visión macroeconómica.

El proyecto de Indicadores de Circularidad proporciona a las empresas y compañías la metodología y las herramientas para evaluar su progreso en el trayecto de un modelo económico lineal a uno circular. Entre los indicadores desarrollados en este proyecto, cabe destacar el Indicador de Circularidad Material (MCI por sus siglas en inglés) que mide la calidad restauradora de los flujos de material de un producto, es decir, es el encargado de representar la medida en la que se ha minimizado el flujo lineal y se ha maximizado el flujo restaurativo de los materiales que componen un producto, así como la duración e intensidad de su uso en comparación con un producto similar a la media del mercado.

El Indicador de Circularidad Material se aplica para un producto concreto de una empresa y está elaborado a partir de una combinación de tres características de un producto: la masa de materia prima virgen utilizada en la fabricación, la masa de residuos irrecuperables que se atribuyen al producto y un factor de utilidad que manifiesta la longitud e la intensidad del uso del producto.

²² El uso neto de materias primas es el resultado de la cantidad de materias primas extraídas, más la diferencia entre las materias primas extraídas importadas menos las exportadas.

Por lo tanto, cualquier producto que haya sido fabricado utilizando únicamente materia prima virgen y termine en un relleno sanitario²³ al final de su vida útil se puede considerar un producto totalmente lineal. Por otro lado, cualquier producto que no contenga materia prima virgen en su fabricación, se recoja completamente para su reciclaje o reutilización, y su eficiencia de reciclaje sea del 100%, se puede considerar un producto totalmente circular. En la realidad, la mayoría de los productos se sitúan en algún lugar entre estos dos extremos, y el MCI mide el nivel de circularidad del producto en el rango de 0 a 1.

En cuanto al MCI global de una empresa, se obtiene calculando la media ponderada de cada producto, utilizando como ponderación la masa material o los ingresos proporcionales de cada producto. Si se tratara de empresas o compañías con una amplia gama de productos, el cálculo se podría simplificar cogiendo como referencia los productos o familias de productos más importantes.

No obstante, el proyecto Indicadores de Circularidad también incluye varios opcionales, más bien conocidos como indicadores complementarios, los cuales pueden ser usados junto con el MCI para ofrecer una visión adicional de la gestión empresarial de los productos. Estos son sugeridos a fin de priorizar las acciones circulares de las empresas, basándose en los riesgos para el negocio o en los impactos derivados que pueden ser relativamente importantes para una empresa, sus partes interesadas o el medio ambiente.

Los indicadores de riesgo complementarios aportan información adicional sobre los riesgos potenciales en relación con las prioridades comerciales de una empresa, entre los que se incluyen las variaciones de precio de los materiales utilizados, los riesgos de la cadena de suministro de estos materiales, la escasez e incluso la toxicidad de los mismos.

A su vez, los indicadores de impacto complementarios ofrecen información adicional sobre cómo cambiar el nivel de circularidad material y los impactos de interés que este cambio provocaría tanto a las empresas como a otras partes

²³ Un relleno sanitario es un método diseñado para la disposición final de los residuos. Este método consiste en depositar en el suelo los desechos sólidos, los cuales se esparcen y compactan reduciéndolos al menor volumen posible para que ocupen la menor área posible.

interesadas. Entre los más importantes, podemos destacar el uso de energía y las emisiones de CO2.

7. CONCLUSIÓN.

El presente trabajo se ha propuesto analizar el concepto de economía circular y su importancia de cara a los próximos años. Aunque la economía circular no este por completo desarrollada, y sea desconocida por la mayoría de la población, ello no implica que la sociedad no adopte frecuentemente hábitos en su conducta relacionados con este concepto. Tal vez no sean deliberadamente y, a veces, incluso en contra de nuestra comodidad, pero a menudo nos encontramos con sucesos que transforman poco a poco nuestra vida cotidiana como el simple hecho de la restricción al tráfico en los centros urbanos o la obligación de pago de bolsas en los comercios.

Todos estos sucesos forman parte directa o indirectamente de la transición hacia la economía circular, fomentada principalmente por entidades gubernamentales afín de paliar el aumento de la preocupación social por la sostenibilidad medioambiental, agravada estos últimos años ante el incremento de catástrofes naturales y los notables efectos del calentamiento global.

La Unión Europea, una de las entidades geopolíticas más grandes del mundo, está totalmente convencida de que la economía circular es el camino a seguir, fomentándola a través de diferentes tipos de medidas tanto dentro como fuera del Mercado Único Europeo. Su intento más significativo fue la adopción en 2015 de un plan de acción para contribuir a acelerar la transición de Europa hacia una economía circular, a fin de estimular su competitividad mundial, promover un crecimiento económico sostenible y generar numerosos puestos de trabajo.

No obstante, los grandes grupos comerciales también han decidido aprovechar esta oportunidad. Adoptando los principios de la economía circular en sus esquemas comerciales, las empresas consiguen diferenciarse de sus competidores logrando captar la atención de los clientes más ecológicos, además de disfrutar de los beneficios económicos derivados de este sofisticado sistema de producción.

Aunque lo cierto es que, puede que nos encontremos ante el final del que ha sido considerado por muchos el mejor modelo económico posible, cuyas consecuencias sociales y medioambientales son cada vez más notables y criticadas por la sociedad. A medida que crece la preocupación medioambiental entre la sociedad, se debilita la continuidad del sistema económico actual en busca de otro sistema que se adapte mejor a las necesidades sociales, lo que nos está conduciendo a una situación de inquietud de cara al porvenir.

Esta situación de inquietud ha sido la principal motivación de la elaboración de este Trabajo de Final de Grado, cuyo objetivo principal ha sido un estudio breve y completo del concepto e implicaciones de la economía circular. Además, con el fin de lograr una perspectiva macroeconómica que ayude a entender las consecuencias del concepto estudiado, se ha analizado el Modelo de Crecimiento Económico de Economía Circular desarrollado por Donald A. R. George, Brian Chi-ang Lin y Yunmin Chen, del cual que hemos obtenido ciertas conclusiones.

Por otro lado, es necesario recordar que aunque se trata de un modelo económico muy simplificado y, aunque no haya sido examinado por completo, ello no implica que los resultados obtenidos no ostenten ni otorguen cierta autenticidad teniendo en cuenta la situación actual del modelo económico vigente, presentándose como un modelo económico alternativo digno de estudio dada la cantidad de oportunidades económicas, sociales, empresariales y medioambientales que ofrece la economía circular.

8. REFERENCIAS.

Alfranca, O. (2007): “política fiscal, crecimiento económico y medio ambiente”, *Informacion Comercial Española, ICE: Revista de economía*, 835, pp. 77-94.

Cámara de Comercio de España (2018): “Ecodiseño: Diseño de Productos-Servicios Sostenibles”.

CIWM Journal Online (2015): “La economía circular podría crear hasta 3 millones de empleos en Europa.”

Cerdá, E. y Khalilova, A. (2016): “Economía circular”, *Economía Industrial*, 401, pp. 11-22.

Comisión Europea (2015): “Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular”. *COM(2015)*.

Comisión Europea (2015): “Ecoinnovación: la clave de la competitividad de Europa en el futuro”.

Comisión Europea (2017): “El papel de la transformación de los residuos en energía”. *COM(2017)*.

Ellen MacArthur Foundation (2015): « Towards a Circular Economy. Business rationale for an accelerated transition. »

Ellen MacArthur Foundation (Julio 2018): “China-EU agreement paves way for a global adoption of circular economy”.

Ellen MacArthur Foundation (Septiembre 2018): “New report highlights opportunity for China’s cities to lead global circular economy transition ».

EQUO (2016): “La economía circular: Qué es y cómo se aplica a la política local”, *Universidad Verde*.

Espaliat, M. (2017): “Introducción a los principios de la economía circular y de la sostenibilidad”. *Instituto Técnico Español de Limpieza*.

Fundación COTEC (2017): “Situación y evolución de la economía circular en España”.

Geldron, A. (2014): “Economie Circulaire: Notions”. *Direction d’Economie Circulaire et Déchets ADEME Angers*.

George, D., Lin, B. y Chen, Y. (2015): “A circular economy model of economic growth”. *Environmental Modelling & Software*, 73, pp. 60-63.

Hidalgo, M. (2017): “Un nuevo impulso hacia la economía circular”, *Instituto Español de Estudios Estratégicos*.

Marcellesi, F. (2008): "Historia del movimiento ecologista y verde (Parte II): hacia la ecología política". *Ecopolítica*.

Observatorio de Sostenibilidad (2018): "I anuario de economía circular en España: Evaluación de la economía circular en España y su situación relativa en el conjunto de la Unión Europea".

Stang, S. (2017): "Diez claves para encontrarle la vuelta a la economía circular". *Grupo de Trabajo de Inversión de Impacto Cono Sur*.

Unión Europea (2019): "La UE por temas: Medio Ambiente".

Zilio, M. (2011): "Curva de Kuznets ambiental: la validez de sus fundamentos en países en desarrollo". *Departamento de economía, Universidad Nacional del Sur*.

➤ **Referencias de internet:**

European Commission (2017): "Economía Circular: La Comisión cumple sus promesas, ofrece orientaciones sobre la valorización energética a partir de residuos y trabaja con el BEI para impulsar la inversión."

FEPEX (2016): "La CE lanza una Plataforma Europea para luchar contra las pérdidas de alimentos y desperdicio de alimentos".

Gabiñpa, J. (2009): "La apuesta de China por la economía circular".

Jiménez, L. (2010): "Sostenibilidad integral: marco estratégico para el sistema productivo". *Agencia de periodismo ambiental EFEverde*.

Juste, C. (2016): "La economía circular puede elevar la productividad un 30%, según la CE". *Agencia de periodismo ambiental EFEverde*.

Rubio, M. (2014): "Economía circular: Cradle to Cradle (de la cuna a la cuna)".

San Vicente, S. (2016): El nuevo Plan de Trabajo de la Directiva Ecodiseño afectará a más empresas. *Blog de Periodismo Flevilor Michels*.