

EL PAPEL DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA ECONOMÍA CIRCULAR



AUTOR

VIVIANA OSORIO MARIN

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:

INGENIERIA INDUSTRIAL

Director:

Jose ARTURO LAGOS SANDOVAL

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA

FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA

PROGRAMA INGENIERIA INDUSTRIAL A DISTANCIA

BOGOTÁ, 18 MAYO 2020

El papel de la Ingeniería Industrial en la implementación de la Economía Circular

The role of Industrial Engineering in the implementation of the Circular Economy

Osorio Marin, Viviana

Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Estudios a Distancia
Programa de Ingeniería Industrial a Distancia, Cajicá, Colombia
d6201375@unimilitar.edu.co

Resumen

Los grandes efectos que ha causado al planeta el consumo desmedido de los recursos naturales, y la alta producción de residuos contaminantes han hecho repensar al mundo para que se implemente lo que hoy se conoce como Economía Circular. Sin embargo, se requiere de un cambio de pensamiento que permita crear una sinergia entre todos los participantes de la sociedad, para que las empresas desarrollen modelos de negocio enfocados en la Reducción, Reutilización y Reciclaje de productos y materiales. El presente documento expone, desde la perspectiva de la ingeniería industrial, la importancia de la economía circular y los retos que esta profesión debe afrontar para el mejoramiento de procesos productivos a través de la implementación de estrategias en pro del desarrollo sostenible desde las organizaciones hacia las comunidades en las que operan, buscando la optimización y eficiencia en el uso de energía y recursos, lo cual contribuye a la generación de empleo, diseño de productos más duraderos, manejo adecuado y aprovechamiento de residuos para el uso de subproductos, generando valor agregado para lograr el crecimiento económico en las empresas y de la sociedad

Palabras Clave: Economía circular, Eco-innovación, Desarrollo Sostenible, Ecología industrial, Ingeniería Industrial

Abstract

The great effects that the planet has caused the excessive consumption of natural resources, and the high production of polluting residues have made the world rethink so that what is known as the Circular Economy can be implemented today. However, a change of thinking is required to create synergy among all participants in society, so that companies develop business models focused on the Reduction, Reuse and Recycling of products and materials. This document sets out, from the perspective of industrial engineering, the importance of the circular economy and the challenges that this profession must face in order to improve production processes through the implementation of strategies for sustainable development from organizations to communities in which they operate, seeking optimization and efficiency in the use of energy and resources, which contributes to job creation, design of more durable products, proper management and use of waste for the use of by-products, generating added value for achieve economic growth in companies and society.

Key Words: Circular Economy, Eco-innovation, Sustainable Development, Industrial Ecology, Industrial Engineering.

Introducción

La competitividad y el desarrollo de las naciones dependen en gran medida del aprovechamiento de los recursos, puesto que la globalización y los cambios que continuamente se ven a través de los años han configurado un pensamiento de innovación en las organizaciones cuyo objetivo principal sea el de satisfacer todas las necesidades del ser humano a través de la creación de productos y servicios.

Sin embargo, esa misma globalización ha incentivado el consumo acelerado de productos, lo cual ha generado la explotación desmesurada de los recursos, alto consumo de energía y grandes efectos sobre la ecología y los ecosistemas, traducidos en lo que hoy se conoce como el calentamiento global. La ONU (2019) afirma:

Las emisiones de gases de efecto invernadero, históricas y actuales, han sometido al mundo a un prolongado período de cambio climático (bien establecido), que está dando como resultado el calentamiento a nivel mundial del aire y el océano; el aumento del nivel del mar; el derretimiento de los glaciares, el permafrost y el hielo marino del Ártico; cambios en los ciclos del carbono, los ciclos biogeoquímicos y los ciclos mundiales del agua; crisis de seguridad alimentaria; escasez de agua dulce; y fenómenos meteorológicos cada vez más extremos y frecuentes. (p.10)

Dicho de otra manera, el planeta está sufriendo las consecuencias de las malas prácticas del ser humano: contaminación por el inadecuado manejo de residuos, emisión de gases, entre otras acciones que están perjudicando la vida y la seguridad de todos los seres del planeta.

Pese a lo antes mencionado, se ha incorporado el tema de la Economía Circular. Este término fue implementado desde el año 1989 en el libro Economía de los Recursos Naturales y del medio ambiente de los autores Pearce y Turner.

Para mayor comprensión del término, es importante conocer que el modelo económico de producción actual es de forma lineal, el cual se basa en 3 actividades, las cuales son: tomar, hacer, tirar. “El modelo lineal no tiene en cuenta los impactos medioambientales derivados del consumo de recursos y de la generación de residuos, los activos ambientales no tienen un valor económico porque no son bienes de mercado” (Hidalgo García, 2017, p. 138). Igualmente, este modelo está pensado para fabricar muchísimas unidades para vender más. Adicionalmente, en cada una de las etapas de los procesos de fabricación se generan los propios desechos y los productos están planificados para que no tengan larga duración, es decir, tienen una obsolescencia programada, provocando en el consumidor la necesidad de comprar más.

Dicho modelo en si no permite un alto aprovechamiento de los recursos, promoviendo el uso indiscriminado de los mismos, llegando a niveles de desechos incontrolables que agotan las capacidades de los sistemas. Caso contrario ocurre con la Economía Circular. “Es un ciclo de desarrollo continuo positivo que preserva y aumenta el capital natural, optimiza los rendimientos de los recursos y minimiza los riesgos del sistema, gestionando stocks finitos y flujos renovables” (Cerdá y Khalilova, 2016, p.12). El término circular hace referencia a que se permite un flujo cíclico de reutilización de materiales en todas las etapas de producción, con el fin de lograr la preservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible.

Ruiz Saiz-Aja et al (2016) afirma que la economía circular no es otra que aquella economía en la que se maximizan los recursos disponibles, tanto materiales como energéticos, para que estos permanezcan el mayor tiempo en el ciclo productivo, la economía circular aspira a reducir todo

lo posible la generación de residuos y a aprovechar al máximo aquellos cuya generación no se haya podido evitar.

Según la Asociación Agraria de Jovenes Agricultores (ASAJA, 2017), la economía circular es un concepto económico que se interrelaciona con la sostenibilidad, y cuyo objetivo es que el valor de los productos, los materiales y los recursos (agua, energía,...) se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y que se reduzca al mínimo la generación de residuos, se trata de implementar una nueva economía, circular -no lineal-, basada en el principio de cerrar el ciclo de vida de los productos, los servicios, los residuos, los materiales, el agua y la energía, sin agotarlos en su primer uso.

En este sentido, la economía circular se convierte en un proceso sistemático que coopera con la conservación del medio ambiente a través de la optimización de los recursos promoviendo su reutilización, el reciclaje y uso de nuevos modelos de operación a través de las tecnologías.

Arroyo (2018), afirma:

El desarrollo sostenible depende, en los próximos años, de la aplicación de las mejores prácticas como es el caso de la Economía Circular, además de la inversión en innovación y tecnología, donde la metodología de las 3R (reducir, reutilizar, reciclar) llevada a la práctica, podría hacer que mejoren procesos de los sectores productivos. (p.95)

Frente a este tema, ¿Cuál es el papel que desempeña la ingeniería industrial en la implementación de la economía circular?, ¿Cuáles son los retos a los que se debe enfrentar para implementarla? Con base en lo anterior, se podría afirmar que la ingeniería industrial cumple un papel fundamental en la implementación de la economía circular, ya que es la rama que diseña los procesos, reinventa mejores maneras de satisfacer necesidades a través de nuevos productos

y/o servicios, y además tiene la capacidad de solucionar los problemas que el mundo de la manufactura trae consigo. Adicionalmente, la ingeniería industrial tiene una gran cantidad de retos a futuro en lo que respecta a la creación de productos con valor agregado, menos contaminantes, más duraderos y de mejor calidad. Además, tiene la responsabilidad de implementar mejores modelos de producción que además de generar eficiencia para el propio sistema, preserven el medio ambiente y haya un equilibrio que beneficie ambas partes.

En primera medida, es necesario entender que la ingeniería industrial debe enfocar sus esfuerzos en todos los campos de acción de la economía circular, los cuales son: Extracción, Transformación, Distribución, Uso y Recuperación. El término “extraer” se refiere a la forma en que las industrias toman recursos del entorno, por tanto, las empresas deben intentar hacer un uso más eficaz y responsable de los recursos biológicos y técnicos. (Prieto Sandoval, Jaca, y Ormazábal, 2017, p.90). Las organizaciones deben realizar una evaluación minuciosa de las materias primas que van a utilizar, quienes son sus proveedores, de donde provienen los recursos e insumos, y si estos son amigables con el medio ambiente.

De la misma forma, debe considerar también una nueva forma de innovación en productos, desde su creación hasta su uso final. Ruiz Saiz-Aja et al (2016) afirma que los productos deben ser concebidos para que sean reutilizables, reparables, actualizables, con un mayor tiempo de vida útil, y reciclables cuando se convierten en residuos, para que los materiales que se emplearon en su fabricación estén en el ciclo económico el mayor tiempo posible, y para que cuando se conviertan en residuos puedan gestionarse más fácilmente mediante reciclado (p.5)

Por su parte, los procesos de transformación deben innovarse continuamente. Es aquí donde entra en juego el término eco-innovación. La Comisión Europea (como se citó en CEPAL, 2017) afirma: “en un contexto en el que los organismos internacionales apelan a la necesidad de

enverdecer las economías e introducir cambios en los actuales patrones de producción y consumo, la eco-innovación surge como una herramienta que puede generar ese cambio” (p.17). Entendiéndose de este modo que la eco innovación genera eficiencia en el uso de recursos, consumo de energía, se reducen los impactos ambientales, adicionalmente, surgen nuevos mercados y demandas, por lo cual se crean nuevas fuentes de empleo que permiten el desarrollo de las economías locales y globales.

De otro lado, la distribución de los productos debe ejecutarse de manera que se implementen mejores prácticas relacionadas con el empaque, almacenamiento, el transporte y todos los procesos logísticos que esto conlleva.

Asimismo, el uso de los productos está asociado a diversos factores como su ciclo de vida y su eficiencia. La eficiencia del producto o servicio puede ser mejorada a través de la reutilización como producto de segunda mano o la reparación (Prieto Sandoval et al, 2017). La ingeniería industrial debe apelar por el diseño de productos duraderos y por creación de modelos de negocio que permitan que dichos productos ya utilizados se conviertan en la materia prima de otros modelos de negocio diferentes.

Finalmente, la recuperación de los productos debe darse a través de formas biológicas o técnicas, ya sea devolviendo un recurso al medio ambiente para que sirva de insumo a las tierras e inicie un nuevo ciclo de producción natural o a través de la reincorporación de un material o recurso a otro sistema productivo o industrial.

Por otra parte, la ingeniería industrial debe explotar las fuentes que permiten que la economía circular genere valor. Según Ellen Macarthur Foundation (2015), se pueden identificar cuatro fuentes de creación de valor: El poder del círculo interior, el poder de circular más tiempo, el

poder del uso en cascada y el poder de los insumos puros. De acuerdo a esto, las compañías deben enfocarse en mantener el círculo cerrado o estrecho a través de la reparación de los productos o el uso de sus componentes buenos para la fabricación de otros productos, se deben crear productos duraderos y que se puedan reutilizar, de esta manera hay ahorro de energía, insumos, materia prima, mano de obra y se minimizan costos de fabricación, se debe promover la reutilización de los materiales de un producto en diferentes áreas productivas, esto permite extender el ciclo de vida de dichos materiales porque se evita utilizar materia prima nueva en los diferentes procesos, y por último, la utilización de materias no contaminadas para la optimización de los procesos de recogida, reciclaje, reutilización y distribución, por lo cual se incrementan la calidad de los productos, extienden su durabilidad y aumentan su eficiencia.

Sin embargo, una de las mayores contradicciones de la economía circular es la obsolescencia programada. “Es la producción de bienes con una vida útil corta para que los consumidores repitan la compra del mismo bien en el futuro, los consumidores racionales pagarán el valor presente del bien por los servicios futuros del bien” (Yang, 2016, p.9). De otro lado, existe la obsolescencia percibida. Rey (como se citó en González Ordaz y Vargas Hernández, 2017) afirma que la obsolescencia programada surge cuando el consumidor siente la necesidad de cambiar un producto que ya había adquirido por otro más nuevo, antes de que realmente lo necesite, esta obsolescencia puede ser causada principalmente por la publicidad, ya que ésta seduce a los consumidores a comprar más en menos tiempo. Sin embargo, estas prácticas traen incalculables costos ambientales si se tiene en cuenta que el adquirir un producto nuevo implica la generación de más residuos, cuyos materiales no son degradables, lo cual afecta el medio ambiente y los ecosistemas. Ruiz Malbarez y Romero González (2011), afirman:

Resulta contradictorio hablar de medio ambiente y de responsabilidad social empresarial ante una sociedad de consumo que tiene como paradigma satisfacer necesidades, crear nuevas necesidades a través de la publicidad, las facilidades de crédito y la obsolescencia programada o vida útil limitada de los productos. (p.132)

Para contrarrestarla, la ingeniería industrial cumple una labor importante para disminuir al máximo la obsolescencia programada de los productos, por lo cual debe trabajar en varios frentes:

Primero, pronosticar la obsolescencia analizando factores como: tipos de componentes, su complejidad, tecnología del producto, número de fabricantes, análisis del mercado, exigencias legales.

Segundo, retrasar la obsolescencia a través del uso de materiales que permitan el equilibrio entre durabilidad y estética.

Tercero, proveer información a los usuarios sobre las consecuencias medioambientales que pueden conllevar el desecho de un producto después de haber culminado su vida útil.

Cuarto, diseñar modelos de recuperación de materiales de productos usados para la reincorporación de estos al proceso productivo.

Quinto, creación de servicios post-venta que incremente el ciclo de vida del producto, de esta manera se pueden seguir generando ingresos a las compañías, extendiendo la durabilidad del producto ya adquirido por el cliente.

Por otro lado, parte de las misiones de la ingeniería industrial es trabajar por la minimización de residuos y el adecuado manejo de los mismos al interior de las organizaciones. El sector alimenticio es uno de los mayores generadores de residuos y desperdicios. Por ejemplo, el uso

del plástico y otros materiales cuyo tiempo de degradación es amplio, ocasiona grandes índices de contaminación en el planeta. En consecuencia, la economía circular en el sector alimentario debe administrar adecuadamente las etapas de producción, consumo y gestión de residuos, conociendo los productores que funcionan en el entorno local y que generan un menor impacto en el medio ambiente, desarrollando métodos en los que se minimice el desperdicio, además de que se modifiquen técnicas y materiales de empaque, así como la implementación de modelos de negocio en los que los desperdicios del sector alimentario puedan ser utilizados en otro tipo de industrias, como la biológica y la bioenergía.

Sin embargo, actualmente se duda de que la economía circular pueda crear sinergias para evitar el desperdicio alimentario, tal y como lo afirma González Vaqué (2016):

Es necesario que se produzcan cambios de comportamiento, tanto desde un punto de vista colectivo como individual, pero hasta la fecha imperan una serie de actitudes, preferencias, valores y comportamientos relativos a los alimentos que favorecen la tendencia a desperdiciar alimentos en el ámbito doméstico, institucional y comercial. (p.191).

Si bien es cierto, la implementación de la economía circular debe tener en cuenta que se debe cambiar un paradigma hacia los estilos de comportamiento de los consumidores ya que actualmente los desperdicios alcanzan cifras incalculables a nivel de hogares y minoristas, se hace imposible pensar que bajo una economía en crecimiento y desarrollo, no haya demanda de productos ni utilización de recursos y más cuando se incentiva el consumo de estos. Para Martín Carretero (2019), la economía circular es un paso útil, por lo cual afirma: “No se puede eludir repensar lo que se considera riqueza, calidad de vida y prosperidad en unas ciudades sometidas cada vez a mayores transformaciones, el cambio cultural necesario es inmenso, aunque no imposible”. (p.32).

Por su parte, Priede Bergamini e Hilliardi (2019) afirman: “La economía circular alimentaria requiere, lógicamente, de la colaboración de todos los agentes implicados: clientes, restaurantes y proveedores de alimentos, reguladores y planificadores urbanos, empresas de gestión de residuos, productores de alimentos, universidades e instituciones financieras” (p.39). Dado esto, se debe aceptar el hecho de que la economía circular implica un largo proceso de cambio de mentalidad en la sociedad, especialmente en el consumidor. Por ejemplo, su relación con el producto debe dejar de tener carácter de propiedad del activo para pasar a tener un carácter de uso y funcionalidad del servicio.

De otro lado, la industria y cadena de suministro también requieren de un cambio en su manera de operar. “Se necesita ampliar la cobertura de la cadena de valor, el uso del producto y procesar participantes: proveedores, fabricantes, distribuidores y comerciantes. Las variables importantes son innovación, tecnologías y alianzas estratégicas” (Berardi y Dias, 2018, p.36). A pesar de lo anterior, cabe resaltar que todos estos cambios estructurales traen consigo nuevas demandas, por lo tanto se pueden generar nuevas cadenas de valor en la cual la simbiosis industrial permita que de forma eficaz, los residuos de salida de una operación puedan ser convertidos en los insumos de entrada para otras operaciones o procedimientos, o incluso, para otras industrias enfocadas en otros sectores de la economía.

Además, existe el paradigma de que la economía circular se enfoca hacia un nuevo concepto de producto. “La economía circular involucra una nueva modalidad de confeccionar productos desde su mismo origen, desde su diseño, y facilita la realización de intercambios comerciales basándose en el crecimiento económico de la sociedad, en la sustentabilidad ambiental y en la

reducción de los riesgos por la volatilidad e incertidumbre de precios de las materias primas y recursos energéticos”. (Lett, 2014).

Como se ha mencionado anteriormente, una de las grandes problemáticas que está presentando el planeta es el consumo de energía y las consecuencias que este trae hacia el calentamiento global. La Unión Europea se planteó para el año 2020 aumentar la eficiencia energética y reducir en un 20% el consumo de energía respecto al año 1990.

Pese a estas políticas mundiales, el ser humano sigue despilfarrando los recursos, los cuales son escasos. “La eficiencia energética deberá ser el eje transversal sobre la que orbite una incipiente economía circular, para conseguir los objetivos marcados” (Argudo García, 2015, p.54). La economía circular debe perseguir la eficiencia energética con el fin de contrarrestar estos efectos.

En cuanto al tema de responsabilidad social, la ingeniería industrial debe trabajar incansablemente para que las empresas provean a la sociedad, al mercado y a la ecología de acciones que contribuyan, además del desarrollo económico, con el desarrollo sostenible que la naturaleza tanto necesita.

PRIMAS (Como se citó en González Ordaz y Vargas Hernandez, 2017), establece la economía circular como un sistema que contribuye de manera positiva en la Responsabilidad Social por parte de las empresas, ya que este modelo conserva el valor añadido de los productos durante todo su ciclo de vida y excluye los residuos, por lo que la Economía Circular reforzaría, además de la protección del medio ambiente, la generación de empleos, la innovación y su adopción proporcionaría una ventaja competitiva en el mercado global.

Por consiguiente, la economía circular cumple con varias funciones fundamentales en el ejercicio de la responsabilidad social empresarial, ya que la innovación de productos y procesos crea nuevos empleos, coopera con el cuidado del medio ambiente, el cual provee los recursos de la naturaleza para el mantenimiento de los negocios, y ayuda a controlar los residuos que se presentan en toda la cadena de producción, distribución y consumo.

Bäckstrand (como se citó en Rueda Fernández, 2003) afirma que es esencial revertir o eliminar gradualmente las políticas y prácticas insostenibles. Pero este es solo un primer paso, que debe ir acompañado de inversión en la investigación de soluciones que incorporen el conocimiento tradicional y las formas novedosas de las ciencias de la sostenibilidad, así como de la vinculación de la sociedad civil en general.

Otro de los cuestionamientos que surgen con la economía circular es el de la caracterización de los subproductos y el manejo de los residuos.

La reintroducción en la economía de determinados materiales generados en procesos de producción para ser directamente utilizados como materias primas de otros procesos industriales (subproductos) ha aflorado importantes incertidumbres jurídicas que, de no ser resueltas, dificultarán el establecimiento de la economía circular. (Retuerto, 2015, p.116).

Por consiguiente, se debe aceptar que se hace necesario realizar algunas revisiones jurídicas en cuanto a la gestión de los residuos, de manera que la implementación de los subproductos pueda darse bajo parámetros seriamente estudiados y establecidos.

Por ello, la Comunicación de la Comisión al consejo y al Parlamento Europeo COM estableció unos criterios para determinar cuándo se debe decidir si un material es considerado como subproducto o no. En este sentido, deben considerarse los siguientes:

- Certeza de que el material será utilizado realmente y no será almacenado por un periodo de tiempo para después ser desechado como residuo.
- Las operaciones posteriores que se vayan a realizar con el material no van a generar riesgos en el medio ambiente o en las personas.
- El material debe ser producido como parte integrante de un proceso productivo y no como un procesado fuera de las instalaciones.
- El uso posterior el material debe tener un carácter legal, cumpliendo con unas especificaciones técnicas y que estos no afecten la seguridad y salud de las personas.

Por lo anterior, resulta importante establecer la relación existente entre la economía circular y el residuo cero contemplándose el primero como un cambio y transformación industrial para lograr la sostenibilidad ambiental. Por su parte, el residuo cero, como la transformación social en la que se ve desde otra óptica las formas de producción, los patrones de consumo y el cuidado de los recursos.

García Carretero (2019), afirma:

El objetivo de las medidas fiscales que se adopten sobre la materia de residuos debería ser: favorecer la implantación de un sistema de economía circular y reducir la utilización de recursos, la generación de residuos e incentivar la reutilización y el reciclaje consiguiendo un objetivo último de residuo cero. (p. 64).

García (2016), por su parte, describe grandes beneficios que trae para las organizaciones el uso de subproductos:

La creación de materias primas secundarias nos permite cumplir el doble objetivo económico-ambiental de la economía circular: por un lado, medioambientalmente, permite la reducción

de residuos orgánicos, favorece la recuperación de materia orgánica del suelo, la capacidad de absorción del agua y necesita menos energía para elaborarse; así como económicamente, supone crear una nueva materia con la que comerciar, exactamente igual que si hablásemos de materias primas primarias procedentes de recursos extractivos tradicionales. (p.4)

De otra parte, Frérot (2014) reitera:

Es necesario definir una vía económicamente aceptable que permita explotar plenamente todos los tipos de residuos recuperables, una transición hacia modelos más eficaces en recursos es una de las respuestas a la creciente amenaza que representa la volatilidad de los precios de las materias primas y a su gradual escasez (p.7)

En consecuencia, es importante que a nivel mundial se formule toda la normatividad pertinente para el manejo adecuado de los residuos, permitiendo que puedan incorporarse nuevamente a una cadena productiva, disminuyendo la necesidad de adquirir materias primas nuevas de los recursos existentes y escasos.

Se podría afirmar que uno de los mayores aliados de la economía circular, es la implementación del ecodiseño en las industrias, teniendo en cuenta que los esfuerzos por alcanzar el desarrollo sostenible han obligado a todos los campos de interacción de los modelos de negocio a que se creen y ejecuten políticas para la preservación del medio ambiente.

El ecodiseño permitió obtener oportunidades comerciales, así como hacer frente a las amenazas externas. Es decir, permitió: reducir costos de producción, el consumo de productos y recursos, optimizar la calidad y aumentar la vida útil de los productos, seleccionar recursos más sostenibles o con menor consumo energético, buscar la utilización de tecnologías más

limpias, y minimizar los costes de manipulación de residuos y desechos y, al mismo tiempo, hizo frente a la normativa gubernamental y atendió a las presiones de los consumidores, entre otros. Por tanto, el eco-diseño permitió reducir los distintos impactos ambientales de un determinado producto/servicio a lo largo de todo su ciclo de vida. (Balboa y Domínguez Samonte, 2014, p.87).

En efecto, el ecodiseño permite ir a la vanguardia de lo que exige la sociedad, la globalización, el crecimiento de los mercados, las normas internacionales, la demanda y la evolución que se deriva en competitividad y productividad.

Es importante recalcar que el ecodiseño no debe considerarse únicamente como forma radical de innovación, ya que este acepta mejoras de un producto ya existente, ya sea de forma progresiva e incremental, o a través de rediseño del producto, el cual resulta a partir de uno ya existente, hasta finalmente llegar a la creación de nuevos productos, tanto en concepto como en definición, o generando una innovación radical en el sistema. Lo anterior, depende en sí de los objetivos que tiene la organización, en el corto, mediano y largo plazo, además, de las motivaciones que estas tengan para implementarlas.

La Asociación Española de Normalización y Certificación (2011), a través de la NORMA ISO 14006:2011, define los siguientes factores que intervienen en la implementación del ecodiseño en las empresas:

- Los que impulsan a las organizaciones a mejorar el desempeño ambiental de sus productos, ya sean las legislaciones vigentes, las exigencias, percepciones de los clientes y la competencia.
- Los que proporcionan el apoyo financiero, tecnológico y de recursos para mejorar el desempeño ambiental de sus productos, como por ejemplo, las oportunidades de

inversión, los integrantes de la cadena de valor, los desarrollos tecnológicos y el conocimiento de entidades interesadas en materia ambiental.

Como se ha mencionado anteriormente, la ingeniería industrial tiene varios retos en la implementación de la economía circular, para ello debe diseñar o emplear modelos de negocio que minimicen los impactos al medio ambiente, y por ende, ayude al desarrollo sostenible de las naciones.

La revista Fast Company (como se citó en Cerdá y Khalilova, 2016), clasifica y destaca los siguientes modelos de negocio en los que se aplica la economía circular:

Modelo Sistemas Producto-Servicios: En la cual se genera una mezcla de productos y servicios, que al interactuar, cumplen con la misma necesidad. Estos pueden ser orientados al producto, creando servicios como mantenimiento y reparación; y orientados al uso, por ejemplo, arrendamientos y uso compartido; y, por último; los orientados al resultado.

Segunda vida de materiales y productos: En el que se realice recuperación de productos para darles un uso y ponerlos a la venta en segunda mano, sacando un máximo provecho de los mismos.

Transformación del producto: Usando partes de un producto que ya no están en uso para utilizarlo como componente de un nuevo producto de la misma categoría

Reciclaje 2.0: Permitiendo que se utilicen materiales o residuos de un producto para la producción de otros productos pertenecientes a otra categoría o línea de negocio.

Consumo colaborativo: En el que se haga uso de un producto o servicio de manera conjunta sin que se tenga posesión del mismo, pero se satisfagan necesidades puntuales en un tipo de mercado similar. Actividades económicas como alojamiento turístico, transporte colaborativo, Coworking a través de espacios u oficinas compartidas, Crowdfunding o financiamiento colaborativo.

Por su parte, Tecnópolis Group (como se citó en CEPAL, 2017), menciona algunos modelos de negocio genéricos eco-innovadores:

Simbiosis Industrial: en la cual la transformación del producto y el modelo de reciclaje 2.0 permiten que los materiales residuos de una compañía sirvan como materia prima de otra organización.

Venta Funcional: creando un servicio para disminuir la compra de un producto, de esta manera se paga por su uso, permitiendo extender el ciclo de vida del producto y generando eficiencia a nivel energético.

Eco-ciudades: En la que todos sus integrantes se preocupan por el aprovechamiento de los recursos, por cuidar el agua, se genera la propia energía para su funcionamiento, de esta manera se disminuyen los impactos ambientales.

Modelos basados en soluciones TIC: A través del uso de las tecnologías de la información y la comunicación se puede observar un modelo ecoinnovador o de economía verde, puesto que permiten disminuir el consumo de energía y se maximiza el aprovechamiento de los recursos.

Dentro de los más reconocidos modelos aplicables a la economía circular se puede encontrar el consumo colaborativo. Aunque hay muchas ventajas que rodean los bondades que trae a la economía y al medio ambiente, también existen algunas desventajas que se pueden apreciar, no en su funcionamiento como tal, sino en su reglamentación.

Huefner, (como se citó en Sastre Centeno e Inglada Galiana, 2018) afirma:

“Sus defensores aseguran que el consumo colaborativo beneficia el aprovechamiento de los recursos y la creación de riqueza en modo sostenible. Por su parte, los detractores atribuyen a estas plataformas llevar a cabo competencia desleal frente a los sectores tradicionales, que tienen que afrontar unos costes administrativos de los que están exentos las mencionadas plataformas” (p.250).

Dentro de las ventajas que se derivan del consumo colaborativo, se puede afirmar que además de los beneficios medioambientales, trae también beneficios económicos, relacionados con la creación de nuevos puestos de trabajo, el aumento de la flexibilidad económica y mejora la satisfacción de las necesidades de consumidores, mejorando la calidad de los servicios y disminución de precios. Asimismo, trae beneficios sociales, porque permiten que personas puedan hacer uso de productos a los cuales no podrían acceder por los medios tradicionales, además de que se crean lazos sociales a través de comunidades en las que se apoyen y promuevan dichos negocios, esto obliga a que dichos modelos operen bajo parámetros de calidad y eficiencia. “La economía colaborativa parte de una reordenación profunda del modo en que los consumidores se relacionan entre sí, aportando flexibilidad y eficiencia al consumo” (Jarne, 2016, p.74). Dado esto, los gobiernos deben establecer normas para igualar las condiciones

actuales de los modelos del consumo colaborativo con los sistemas tradicionales, en consecuencia, habrá mayor competitividad y satisfacción del cliente.

También es importante tener en cuenta que la economía colaborativa requiere de la participación de elementos tecnológicos. Según Barragán Codina, Guerra Rodríguez, Villalpando Cadena, Segura Torres y Sandoval Oyervides (2017), las redes sociales facilitan la posibilidad de realizar transacciones, además de que son herramientas que funcionan como evaluadores de confianza, los dispositivos móviles permiten el acceso a clientes potenciales y las nuevas tecnologías que permiten flexibilidad sobre nuevas formas de pago.

Asimismo, la implementación de la economía circular implica desafíos para el desarrollo de las compañías y las industrias en general, y debe haber un trabajo en conjunto, para que se logre el beneficio a gran escala, que contribuya con la economía y el crecimiento de las empresas.

Argudo (como se citó en Mayulema Allaica, 2015) afirma que tanto la ecología industrial como la economía circular constituyen desafíos para el proceso de desarrollo de industrias básicas que generen insumos para el resto de industrias en el país, sobre todo si se tiene en cuenta que el cambio de paradigma todavía resulta incipiente para lograr el aumento de la eficiencia en la utilización de los recursos que debe tomar como base los siguientes principios fundamentales: el consumo en cascada de los recursos, la jerarquía de los residuos, una mayor responsabilidad de los productores, la simbiosis industrial, como también la asunción de los nuevos modelos de negocio (p.3)

En este sentido, y haciendo referencia al término simbiosis industrial, la sociedad y la economía en general debe crear una sinergia que permita la participación de todos los factores que intervienen en el proceso, tales como la industria, la distribución, comercialización, servicio postventa, entre otros, con el fin de configurar positivamente la economía circular en el sistema

organizacional y contribuir al desarrollo de los sectores económicos regionales, nacionales y mundiales.

Por lo anterior, Stahel (como se citó en García, 2016) afirma que la economía circular no funciona en un enfoque individualista, se busca generar un cambio dentro de todas las empresas, para que estén interconectadas de manera que trabajen juntas; siendo este uno de los retos que busca la sociedad contemporánea, idear nuevas perspectivas, nuevos horizontes, repensar el sistema actual con creatividad e innovación para lograr cambios positivos en el futuro (p. 82)

Asimismo, la implementación de la economía circular en las organizaciones trae varios desafíos que se deben afrontar, desde el ámbito legal, cultura empresarial, formación para el emprendimiento, creatividad para el desarrollo de nuevos negocios y financiación por parte de los estados. “Las empresas deben tomarse en serio la necesidad de cambio, empezar a explorar los beneficios del cambio hacia este modelo económico y de sociedad, incorporar la economía circular a sus líneas estratégicas y desarrollar propuestas de valor innovadoras y competitivas”. (León Perfecto, 2019, p. 41). Es aquí donde nace la competitividad de las organizaciones, cuando los cambios empiezan a dar frutos y motivaciones para que otras personas y empresas empiecen a generar innovación sustentable hacia el cuidado del medio ambiente y el desarrollo económico global.

Conclusiones

Aunque la implementación de la economía circular requiere de un trabajo incansable por cambiar los paradigmas socioeconómicos de las personas y las organizaciones, además de una labor de llevar a cabo algunas reglamentaciones como en el manejo de residuos y subproductos, y que se equilibren las condiciones con los modelos tradicionales en el caso del consumo

colaborativo, la economía circular como modelo de producción permite el desarrollo sostenible para las organizaciones y al mismo tiempo para las sociedades y las naciones. Es una estrategia que permite la preservación del medio ambiente y genera valor agregado a los diferentes sectores de la economía, como para cualquier modelo de negocio.

Por consiguiente, la ingeniería industrial deberá superar grandes retos, para que las organizaciones puedan incorporar en sus procesos y productos todas las herramientas que la economía circular provee para la preservación y máximo aprovechamiento de los recursos naturales. Para ello, podrá adoptar la creación de bienes y servicios bajo el esquema del ecodiseño, puesto que a través de este se genera la innovación en productos más amigables con el medio ambiente, donde se utilicen materias primas e insumos que disminuyan el riesgo de los ecosistemas. Es tarea del ingeniero industrial evaluar cada componente o material de un producto, para seleccionar los mejores proveedores que cumplan también con ese compromiso social y económico con la naturaleza. Adicionalmente, el ingeniero industrial podrá reinventar los procesos y las formas de producción, mediante el uso de tecnologías más limpias y eficientes, iniciando desde la extracción, continuando con la transformación, distribución, uso y la recuperación de materiales.

Asimismo, la ingeniería industrial deberá diseñar modelos que generen eficiencia y agreguen valor en toda la cadena de producción y de servicios. Para ello, puede implementar un servicio en el que se use un producto, reemplazando su compra, de esa forma se extenderá la vida útil de este, volviéndolo más productivo, al mismo tiempo que se cubre una necesidad específica.

Finalmente, más que un reto de la ingeniería industrial, es un compromiso y es la razón de ser de la responsabilidad social que debe cumplir con la sociedad, con la naturaleza, con las

economías, para lograr el crecimiento y el éxito de cualquier negocio, en términos de competitividad, productividad y eficiencia, respondiendo a las exigencias del mercado y la globalización acelerada.

Referencias

- Argudo García, J. J. (2015). La alianza necesaria entre energía y economía circular: El reto de la eficiencia en Europa en el siglo XXI. *Energía & Minas: Revista profesional, Técnica y Cultural de los Ingenieros Técnicos de Minas*, 1(11), 50-54. Obtenido de <https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.umng.edu.co/servlet/articulo?codigo=5300333#?>
- Arroyo, F. R. (2018). La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. *Innova Research Journal*, 3(12), 79-98. Obtenido de <https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.umng.edu.co/servlet/articulo?codigo=6828555>
- Asociación Agraria de Jovenes Agricultores. (2017). Economía circular: Un enfoque ambiental de la economía. *I(339)*, 79-80. Obtenido de <https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.umng.edu.co/servlet/articulo?codigo=6291204>
- Balboa, C. H., & Dominguez Samonte, M. (2014). Economía circular como marco para el ecodiseño. *Informador Técnico (Colombia)*, 78(1), 82-90. Obtenido de <https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.umng.edu.co/servlet/articulo?codigo=4881026#?>
- Barragán Codina, J. N., Guerra Rodriguez, P., Villalpando Cadena, P., Segura Torres, I. A., & Sandoval Oyervides, P. (2017). Modelos de negocios basados en el concepto de economía colaborativa: análisis de factores característicos y casos ilustrativos. *Revista*

Daena: International Journal of Good Conscience, 12(3), 101-123. Obtenido de <http://eds.b.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=f40e3899-fa5d-40de-af1f-376fb6ae0344%40pdc-v-sessmgr05>

Berardi, P., & Dias, J. M. (2018). O mercado da economia circular. *GVEjecutivo*, 17(5), 34-37.

Obtenido de

<http://eds.b.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/eds/detail/detail?vid=4&sid=74735c2f-b78c-4847-8d61-1a057740520c%40pdc-v-sessmgr06&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=132911889&db=bsu>

Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía Circular. *Economía Industrial*, 1(401), 11-20.

Obtenido de [https://dialnet-unirioja-](https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.umng.edu.co/servlet/articulo?codigo=5771932)

[es.ezproxy.umng.edu.co/servlet/articulo?codigo=5771932](https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.umng.edu.co/servlet/articulo?codigo=5771932)

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2017). *Ecoinnovación y producción*

verde, una revisión sobre las políticas de América Latina y el Caribe. Obtenido de

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40968/1/S1700072_es.pdf

Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Hacia una economía circular: motivos económicos para*

una transición acelerada. Obtenido de [https://www.virtualpro.co/biblioteca/hacia-una-](https://www.virtualpro.co/biblioteca/hacia-una-economia-circular-motivos-economicos-para-una-transicion-acelerada)

[economia-circular-motivos-economicos-para-una-transicion-acelerada](https://www.virtualpro.co/biblioteca/hacia-una-economia-circular-motivos-economicos-para-una-transicion-acelerada)

Frérot, A. (3 de Noviembre de 2014). *FONDATION ROBERT SCHUMAN*. Obtenido de

Economía circular y eficacia en el empleo de los recursos: un motor de crecimiento

económico para Europa: <https://www.robert-schuman.eu/es/cuestiones-europeas/0331->

economia-circular-y-eficacia-en-el-empleo-de-los-recursos-un-motor-de-crecimiento-economico-para

García Caicedo, C. L. (s.f.). *Docplayer*. Obtenido de Economía circular y su papel en el diseño e innovación sustentable: <https://docplayer.es/83817204-Economia-circular-y-su-papel-en-el-diseno-e-innovacion-sustentable.html>

García Carretero, B. (2019). La fiscalidad ambiental en materia de residuos en el nuevo marco de una economía circular. *Crónica Tributaria*, 1(170), 31-68. Obtenido de <http://eds.b.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/eds/detail/detail?vid=8&sid=f28c7e4a-dae9-484b-8276-8a2b4614979c%40pdc-v-sessmgr02&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=137048690&db=bsu>

García, J. J. (2015). La alianza necesaria entre energía y economía circular: El reto de la eficiencia en Europa en el siglo XXI. *Energía y Minas: Revista profesional, técnica y cultural de los ingenieros técnicos de minas*, 1(11), 50-54. Obtenido de <https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.umng.edu.co/descarga/articulo/5300333.pdf>

García, S. (2016). Economía circular: La Unión Europea impulsa reformas sobre la base de un tema crucial, la gestión de residuos, con el fin de alcanzar mejoras económicas y medioambientales. *Actualidad Jurídica Ambiental*, 1(57), 26-36. Obtenido de <https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.umng.edu.co/servlet/articulo?codigo=5704204>

Gonzalez Ordaz, G. I., & Vargas Hernandez, J. G. (2017). La economía circular como factor de la responsabilidad social. *Economía Coyuntural, Revista de Temas de Coyuntura y Perspectivas*, 2(3), 105-130. Obtenido de

[http://eds.b.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/eds/detail/detail?vid=10&sid=f28c7e4a-dae9-484b-8276-8a2b4614979c%40pdc-v-
sessmgr02&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=125495289
&db=bsu](http://eds.b.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/eds/detail/detail?vid=10&sid=f28c7e4a-dae9-484b-8276-8a2b4614979c%40pdc-v-
sessmgr02&bdata=Jmxhbmc9ZXMmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=125495289
&db=bsu)

Gonzalez Vaqué, L. (2016). ¿Del consumo sostenible a una economía circular? *Revista CESCO de Derecho de Consumo*, 1(17), 179-191. Obtenido de <https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.umng.edu.co/servlet/articulo?codigo=5530514#?>

Hidalgo García, M. D. (2017). Un nuevo impulso hacia la economía circular. *Bie 3 Boletín IEEE*, 1(7), 134-146. Obtenido de <https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.umng.edu.co/servlet/articulo?codigo=6231820>

ISO 14006:2011. Sistemas de Gestión Ambiental. Directrices para la incorporación del Ecodiseño. (s.f.).

Jarne Muñoz, P. (2016). El consumo colaborativo en España. *Revista CESCO de Derecho de Consumo*, 1(17), 62-75. Obtenido de <https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.umng.edu.co/servlet/articulo?codigo=5530506#?>

León Perfecto, C. (2019). ¿Se deben tomar en serio la economía circular las empresas? *Alternativas Económicas*, 1(67), 41. Obtenido de <https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.umng.edu.co/servlet/articulo?codigo=6879388>

Lett, L. A. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. *Revista Argentina de Microbiología*, 46(1), 1-2. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0325-75412014000100001&lng=en&tlng=en

- Martín Carretero, J. M. (2019). Economía circular, un nuevo paradigma para nuestras ciudades. *Tiempo de Paz Primavera 2019*, 1(132), 23-32. Obtenido de <http://eds.a.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=e5f2b290-656c-4087-b9ee-d8d7c7364658%40sdc-v-sessmgr02>
- Mayulema Allaica , J. C. (2018). La ecología industrial y la economía circular. Retos actuales al desarrollo de industrias básicas en el Ecuador. *Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 5(2), 1-15. Obtenido de <http://eds.a.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=8bc622d8-050c-4915-a886-1410602c15ca%40sessionmgr4006>
- Organización de Naciones Unidas. (2019). *GEO Perspectivas del medio ambiente mundial- Resumen para responsables de generar políticas*. Obtenido de https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.111822/27652/GEO6SPM_SP.pdf?sequence=6&isAllowed=y
- Priede Bergamini, T., & Hilliard, I. (2019). La economía circular en la industria alimentaria. *Dossieres EsF*, 1(35), 36-40. Obtenido de <https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.umng.edu.co/servlet/articulo?codigo=7080428>
- Prieto Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazábal, M. (2017). Economía Circular: Relacion con la evolucion del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria Investigaciones en Ingeniería*, 1(15), 85-95. Obtenido de <http://eds.a.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=891a71ef-d594-40f0-a7c1-354e93f4a896%40sessionmgr4007>

- Retuerto, J. C. (2015). Los subproductos y el fin de condicion de residuo como alternativas a la gestión tradicional de los residuos: Una oportunidad de oro para la industria. *Actualidad Jurídica (1578-956X)*, 1(40), 116-126. Obtenido de <http://eds.a.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=7d4af73e-bae3-4200-a31f-9d5beac224dd%40sdc-v-sessmgr01>
- Rueda Fernández, M. J. (2014). Responsabilidad Social Empresarial: su contribución al desarrollo sostenible. *eXtoicos*, 1(15), 49-57. Obtenido de <https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.umng.edu.co/servlet/articulo?codigo=5559889#?>
- Ruiz Malbarez, M. C., & Romero González, Z. (2011). La responsabilidad social empresarial y la obsolescencia programada. *Saber, Ciencia y Libertad*, 6(1), 127-138. Obtenido de <https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.umng.edu.co/servlet/articulo?codigo=3997367#?>
- Ruiz Saiz-Aja, M., Fabrellas Rodríguez, B., Dávila Sena, S., Santervas Gómez, G., Cabrera Marianini, A., Gonzalo Pedrero, G., . . . Callaba de Roa, A. (2016). La economía Circular. *Ambienta: La revista del ministerio de ambiente*, 1(117), 4-21. Obtenido de <https://dialnet-unirioja-es.ezproxy.umng.edu.co/servlet/articulo?codigo=5910180>
- Sastre Centeno, J. M., & Inglada Galiana, M. E. (2018). La economía colaborativa: Un nuevo modelo económico. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 1(94), 219-250. Obtenido de <http://eds.a.ebscohost.com.ezproxy.umng.edu.co/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=ab92bb3d-2de9-4ba0-9901-dc62272d9d40%40sessionmgr4008>
- Yang, Z. (2016). La obsolescencia programada. *Trabajo de fin de grado en Economía*. Universidad del País Vasco, España. Obtenido de <https://addi.ehu.es/handle/10810/19046>