

La economía circular y la administración de operaciones: análisis de la situación actual

*Aurora García Martínez
María del Carmen Bautista Sánchez*

Resumen

Las tendencias mundiales en cuanto a cambios climáticos y daños ambientales se refiere no son alentadoras, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas ONU en la agenda 2030 para el desarrollo sostenible realizada en 2015, el medioambiente sigue deteriorándose a un ritmo alarmante lo que ha impactado en la economía global. También se habla de que el comercio mundial se desplomará entre el 13% y el 32%, la inversión extranjera directa disminuirá hasta en un 40% y las remesas a los países de ingresos medios y bajos se reducirán en un 20% en 2020. Bajo estas estadísticas la transformación de las industrias hacia un modelo de negocio circular es imperante y obligatoria, este modelo presenta como una de sus principales metas, el reducir todos aquellos desperdicios o residuos que impactan la huella de carbono, aire contaminado, contaminación a los mantos acuí-

feros entre otros, todo este cambio está apoyado de manera integral por la administración de operaciones ya que esta administra entradas y salidas de materiales y puede controlar los recursos ocupados en los sistemas productivos.

Palabras claves: economía circular, administración de operaciones, industria manufacturera, daño ambiental, transición.

Introducción

En la actualidad, hablar sobre el tema de la sostenibilidad o desarrollo sustentable se ha vuelto parte de la vida diaria, desde el ámbito social, empresarial, científico y gubernamental, ya que la degradación ambiental se ha vuelto un problema a nivel mundial, el cual en lugar de revertirse tiene una tendencia a seguir creciendo y no parecer detenerse, esto tiene un impacto en todos los niveles. A lo largo de la historia humana muchos de los recursos han sido percibidos como abundantes, sin embargo, el planeta tiene recursos considerados como limitados y finitos que ha este punto, se están agotando a un ritmo tremendamente alarmante, esto ha marcado la necesidad de sustituir materiales naturales con fibras sintéticas, representando otro serio problema. Estos recursos limitados se encuentran dentro de las actividades de extracción, procesos de transformación o fabricación y al final de la vida útil de los productos los cuales terminan en tiraderos de basura sin posibilidad de ser reingresados y continua hasta donde sea posible con su vida útil (Jawahir y Bradley, 2016).

La industria a nivel mundial trabaja sobre un sistema de producción lineal, en el cual los procesos industriales tienen flujos unidireccionales de materiales y materias primas, que se transforman en productos finales y al final en objetos inservibles o desechables, este modelo representa un gran desafío ya que no se encuentra alineado a las necesidades de sostenibilidad que actualmente se requieren como un buen crecimiento económico, desafíos ambientales y sociales, este sistema que se lleva a cabo en todo el mundo, tiene un alarmante tasa de consumo que se encuentra en crecimiento y este enfoque ha llegado a un punto insostenible para nuestro planeta, ya que sigue sin considerar las consecuencias negativas que se han generado en el ambiente (Grisellini *et al.*, 2016; Jawahir y Bradley, 2016).

Este sistema actual se contrapone con el concepto de la economía circular, la cual tiene como objetivo la recuperación y valoración de residuos con

el fin de reutilizar tanto los materiales como las materias primas en toda la cadena de suministros, deslindando el crecimiento económico de los daños ambientales, es así que el simple hecho de pensar en que los desperdicios puedan ser recuperados, remanufacturados o reutilizados ha llegado a ser no una realidad, si no una imperante necesidad de que así sea aplicado en un no muy largo plazo (Grisellini *et al.*, 2016).

Jawahir y Bradley (2016) establecen que el modelo de economía circular contiene un mensaje poderoso ya que busca la reducción de los recursos que actualmente se derrochan, esta reducción se logra mediante la implementación de procesos y productos sostenibles en donde se cuentan con manejos eficientes de recursos promoviendo y aplicando la reutilización, recuperación, reciclaje, recuperación y refabricación de los productos. Es así, como la circularidad debe verse como de inevitable transición y que tiene impacto en la economía y el equilibrio ecológico para mantener los recursos, la biodiversidad y la estabilidad económica y social de las naciones.

Como se menciona anteriormente el cambio hacia la economía circular está marcado por el buen manejo de las técnicas y estrategias a los largo de toda la cadena de suministro, es así que la administración de operaciones juega un papel determinante en este cambio ya que debido a la rapidez y a los constantes cambios en el mundo empresarial, estos reclaman una adaptación constante de técnicas de gestión y administración que impacten en la toma de decisiones de las organizaciones (Montejano *et al.*, 2021). Con el objetivo de conquistar los mercados mundiales la administración de operaciones ha evolucionado bajo los principios tecnológicos, sociales, factores económicos, los aspectos referentes a la tecnología, la globalización y la competencia mundial (Alfalla y Medina, 2009), sin dejar de considerar el impacto que se genera al medioambiente, si no se lleva a cabo la adopción de la circularidad dentro de las empresas, con el fin de reducir los impactos ambientales que están acabando con los recursos disponibles para los procesos productivos.

A lo largo de este capítulo se presenta un análisis literario de la industria manufacturera en México, de la economía circular y la administración de operaciones, teniendo como principal objetivo dar a conocer la situación que se vive actualmente no solamente en nuestro país, si no a nivel mundial y como este cambio se encuentra actualmente en nuestro país, además conocer, como es que la unión de la administración de operaciones y económica circular pueden generar un impacto positivo en las industrias a nivel México, para nuestro

país el camino hacia convertirse a la circularidad aún se encuentra en niveles básicos, en comparación con la Unión Europea, Japón o China, países pioneros en esta transición.

Como parte de la conclusión se presenta la importancia de la relación entre estos dos constructos y bajo que temáticas se genera un impacto hacia la reducción de la degradación que actualmente se vive no solo en México, sino a nivel mundial.

Revisión de la literatura

Para poder recorrer el camino de la sostenibilidad que está basada en la economía, el sistema social y medioambiental, una parte importante es la economía circular que actualmente acapara la atención de organismos mundiales, gobiernos y también las empresas u organizaciones (Schroeder, Anggraeni y Weber, 2018). De acuerdo con Granados (2023), la economía circular es, en esencia, un cambio en las operaciones de producción y en los hábitos de consumo, como se puede ver, tanto las empresas productivas, los consumidores e incluso el mismo gobierno están inmersos en esta situación, es decir, son los principales actores para realizar el cambio, ya que se generan grandes beneficios para la empresa y para el gobierno y un impacto significativo en los hábitos de consumo de los actores finales dentro de la cadena de producción que son clientes.

Algunas de las implicaciones de este cambio económicamente hablando, se proyecta de manera hipotética que puede generar US \$1 billón en ahorros por costos de materiales para el año 2025 (Esposito *et al.*, 2017). Actualmente más del 90% de las empresas que públicamente hablan de su responsabilidad social corporativa, en donde destacan sus esfuerzos para atacar los crecientes problemas de sostenibilidad, principalmente la generación y administración de residuos, son las que menos de una cuarta parte realmente trabajan aplicando a sus procesos estos beneficios, siendo solamente su fin principal solo la mejora de su imagen corporativa.

La tendencia creciente al consumismo y la disminución de los recursos naturales están obligando a las empresas a mediar las ventas de más productos con menos materiales naturales en sus procesos, el gobierno de México aprobó la Ley General de Economía Circular, enfocada principalmente en disminuir el consumo de materias vírgenes a través de la reutilización, el reciclaje y el redi-

seño, considerando, que de todos los problemas que aquejan el daño ambiental, uno de los principales es la excesiva generación de residuos y que ha últimos años crece de manera acelerada (Senado de la Republica, 2021).

Existen implicaciones positivas que afectan a los tres principales involucrados y el trabajo conjunto de los mismos puede tener beneficios positivos y significativos en cuanto a temas económico, y que tienen un impacto en la reducción de la degradación ambiental, como se menciona en párrafos anteriores, la principal afectación al ambiente por la parte industrial y social es que los recursos necesarios para la producción que son obtenidos por el ambiente se están agotando a pasos agigantados, es así que la aplicación de la administración de operaciones y la economía circular en las industrias puede ayudar a revertir el daño ocasionando, creando producto a partir de materias primas ya utilizadas anteriormente y generar productos que no tengan un impacto negativo, por tal razón conocer la situación actual puede ayudarnos como punto de partida hacia este gran camino al cambio.

La industria manufacturera en México

Las empresas son organizaciones económicas y sociales, que tienen como objetivo principal obtener beneficios económicos, coordinando recursos materiales financieros y humanos (Koontz *et al.*, 2019). Desde la generación de la teoría económica, las empresas han tenido como objetivo principal incrementar y maximizar sus beneficios (Nicholson y Snyder, 2012).

Jiménez y Sánchez (2014) refieren que la industria manufacturera realiza la transformación de las materias primas y, aunado a la industria de la extracción y la construcción, se encuentra ubicada en el sector secundario, dentro de este sector se encuentran los subsectores de textiles, alimentos, cartón, madera y papel (en los cuales sus procesos productivos y de trabajo carecen de avances tecnológicos); por otra parte, los subsectores químicos, petroquímicos, de los minerales, cómputo y metalmecánica (en los cuales los procesos productivos y de trabajo son más innovadores), estos autores afirman también que la generación de riqueza económica se da solamente transformando insumos en mercancías y se realiza en la industria manufacturera o de transformación.

Tan importante es este sector, que las economías de todo el mundo trabajan para afianzarla y desarrollarla, además de que este sector tiene la mayor esperanza de vida de todos los sectores económicos, aún cuando solo contribuye

en promedio en un 14% al PIB, se comporta muy similar a los indicadores generales, impactando fuertemente el ciclo general económico, y dentro del sector secundario la industria manufacturera es la que cuenta con el mejor desempeño (Jiménez y Sánchez, 2014). La tasa de mortalidad empresarial en México es alta comparada con otros países desarrollados (Medina *et al.*, 2020) la vida de las nuevas empresas es corta el rango promedio es de 6.9 a 8 años de acuerdo con el sector económico (INEGI, 2018).

Hablando de estas causas, una de las que provoca estas desapariciones es la no generación de rentabilidad necesaria para sobrevivir, una parte importante para la subsistencia empresarial es conocer los principales factores de éxito, los cuales permitirán a los dirigentes empresariales tomar decisiones estratégicas, para movilizar los recursos dirigida a actividades determinadas y que genere buenos resultados para la empresa (Medina *et al.*, 2020). En el contexto de la manufactura, es importante entender que es la generadora de riqueza de las naciones, ya que en esta industria juega un papel fundamental la creación de empleo, el bienestar social y los avances económicos a nivel nacional.

Para nuestro país, la manufactura es uno de los sectores fundamentales, ya que genera valor agregado. Esta industria realiza la transformación de la materia prima y tiene como objetivo generar supervivencia y crecimiento económico, a través de la generación de productos necesarios para el país, es así como el éxito de este sector es indispensable para la economía interna (Matus *et al.*, 2021). Al ser la manufactura un sector importante en la economía de nuestro país es imperante que se pueda realizar este cambio hacia la circularidad, para poder frenar los efectos negativos que se han generado en nuestro ambiente, esto se puede realizar siguiendo los principios y normas que se están aplicando en otros países en conjunto con las técnicas y herramientas con las que cuenta tanto la economía circular como la administración de operaciones.

Orígenes de la economía circular

El concepto de economía circular se remonta a diferentes escuelas de pensamiento, de acuerdo con Ellen MacArthur Foundation (2012) los primeros conceptos de economía circular, aparecieron a finales de la década de los setenta, también los economistas ambientales Pearce y Turner (1989) introdujeron principalmente el concepto de sistema económico circular basándose en estudios previos de economistas ecológicos, explican el cambio del tradicional

sistema económico abierto al sistema económico circular, como consecuencia de la ley de la termodinámica, que dictan la degradación de la materia y la energía, según estos autores, tres funciones económicas se pueden identificar el entorno: provisión de recursos, vida sistema de apoyo, sumidero de residuos y emisiones, los cuales son similar a otros funciones económicas.

Dentro de las principales conceptualizaciones de la economía circular, se tienen muchas similitudes en cuanto a lo que busca y sus principales objetivos, integrando estos conceptos o palabras claves podemos definir de manera conjunta entonces que:

la economía circular es un paradigma y una alternativa atractiva, reconstituyente y regenerativa que integrado como modelo de negocio busca redefinir el crecimiento económico, desasociando las actividades económicas de los consumos finitos de recursos limitados, llevando a estos a sus niveles más altos de uso basado en la reutilización, el reciclaje y la reutilización de estos recursos naturales (Cerdea y Khalilova, 2016; Ellen MacArthur Foundation, 2017; Prieto *et al.*, 2017; Arroyo, 2018).

Braun *et al.* (2018) afirman que para desvincular el crecimiento económico del consumo global de materiales, es necesario implementar estrategias de eficiencia de materiales a nivel de empresas individuales y sus cadenas de suministro, e implementar aspectos de economía circular. Estas empresas se enfrentan a múltiples implementaciones y desafíos como las limitaciones de costos, la competencia, la innovación y la presión de las partes interesadas y el proveedor.

Cayzer *et al.* (2017) establecen que el pensamiento circular tiene una larga historia, empezando por la analogía del metabolismo industrial de Ayres y Kneese (1969) afirman que los modelos de economía circular se construyen sobre investigación en el campo de la ecología industrial de Erkmann (1997) confirman la economía del rendimiento de Stahel (2010), la economía azul por Pauli (2010) y *Cradle to Cradle* por Braungart y McDonough (2009).

Todas las escuelas mencionadas son reconocidas y mencionadas por Ellen MacArthur Foundation (2012), ya que parte de los beneficios de promover la economía circular son la reutilización de materiales reciclados en lugar de materias vírgenes que gastan menos energía por que se reintroducen a nuevos ciclos de vida, utilizadas por ejemplo en plantas termo-valorizadas- incineradoras utilizados en rellenos sanitarios (Muñoz *et al.*, 2021).

Como plantean Grisellini *et al.* (2015) en últimos años la economía circular ha sido vista por todo el mundo como una forma de cambiar el sistema o modelo actual de producción y consumo que está basado en el crecimiento continuo y el consumo excesivo de recursos, unos de los objetivos para incrementar la eficiencia en el uso de recursos es la promoción y adopción de patrones de producción de ciclos cerrados dentro de los sistemas económicos de los sistemas circulares prestando principal atención en los residuos urbanos e industriales y conseguir así un equilibrio.

Para poder cerrar ciclos es importante pensar en replantear los modelos de negocio, trabajar en el rediseño para poder reducir los recursos orientando los procesos que desde la creación de los productos se hagan de manera circular posteriormente ya como producto terminado, es importante tomar en cuenta la recuperación, y si existen productos que no puedan ser recuperados ser degradados mediante la composta industrial controlada, a manera de resumen también podemos concluir los resultados evidencian que los orígenes de la economía están principalmente enraizados en la economía ecológica y ambiental y ecología industrial (Grisellini *et al.*, 2015; Jawahir y Bradley, 2016).

Estadísticas de la situación global y a nivel México

De acuerdo con Circularity Gap Report (2022), los consumos de materiales se han cuatriplicado en los últimos cincuenta años, el cual supera el crecimiento poblacional, es decir, la generación de desperdicios o residuos de la población es incontrolable, otro dato relevante es que para el año 2000 se consumieron 28,600 millones de toneladas de materiales y ya para 2019 estos alcanzaron una cifra de 100,000 millones, este es un dato importante a tener en cuenta, ya que los niveles de residuos son el efecto de este crecimiento y está acompañado de una rápida aceleración en los consumos, para poner en perspectiva el problema al que nos enfrentamos, más del 90% de todos estos materiales extraídos de la naturaleza y procesados se desechan, es decir, solo el 8.6% son reintegrados económicamente, esta situación tiene un impacto en todo el mundo ya que la circularidad tuvo un impacto de 9.1% en 2018 y disminuyó a 8.6% en el 2020.

De acuerdo con el marco de indicadores de transición circular propuesto por el Consejo Empresarial Mundial para el desarrollo sostenible, se da una aproximación referente al porcentaje de circularidad en México es cual es de 15.14%, esto representa un 5.51 puntos por encima del actual valor de residuos

sólidos urbanos reciclados de 9.3%. Globalmente, los Países Bajos lideran la carrera hacia la circularidad con un 24.5 %, al consumir anualmente 221 millones de toneladas de materiales, como son (minerales, combustibles fósiles, metales y biomasa), aún les falta reincorporar un total de 167 millones de toneladas, otro país que presenta ambiciosas metas es Holanda ya que busca una economía circular del 50% para el año 2030 y para el 2050 un 100% de circularidad en su economía (Jawahir y Bradley, 2016).

Muñoz *et al.* (2021) argumentan que la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) es una estrategia prioritaria para la implementación de la economía circular en México, es decir, en el país son generados diariamente 102,895 toneladas, de los cuales se recolectan solo 83.93% y se ponen a disposición en sitios finales el 78.54%, de los cuales solo se reciclan únicamente 9.63% de los RSU generados (Semarnat, 2017) en la actualidad, a nivel nacional solo se encuentran registradas 4,528 empresas recicladoras, 284 que reutilizan, 121 que recuperan y 71 que reducen y reparan (INEGI, 2022).

De acuerdo con los números mencionados con anterioridad se puede recalcar que es indispensable contar con políticas de reciclaje y una buena gestión de desechos, Reike *et al.* (2018) afirman que existe una comparación geopolítica con los países asiáticos, Estados Unidos y la Unión Europea, en el cual se pueden revisar las tasas de recuperación y reciclajes reales. Para el caso de Estados Unidos manejaban un objetivo de recuperación del 44% para el año 2021 siendo un 51% para el año 2008, sin embargo, para el año 2013 solo se alcanzó un 34% y aun se siguen generando residuos sólidos de 53% que son depositados en los vertederos, todo esto de acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por siglas en inglés).

También de acuerdo con los autores antes mencionados, para Japón el reciclaje de residuos municipales alcanzo un 20% en el año 2006 llegando casi a la meta establecida del 24% para el 2015, Japón contaba para el 2010 con porcentajes de materiales específicos: 91% vidrio, 62 % papel, de 50 a 70 % diversos electrodomésticos y de 40 a 85 % diversas formas de desperdicio de alimentos.

Continuando con el mismo orden de ideas, para el caso de la Unión Europea, basado principalmente en la política holandesa, establecidas en el año 2015 resultaron las siguientes tasas de reciclaje para diferentes flujos de residuos entre 85%, y 97 % (83% vidrio, 85% papel, 97% automóviles, mayor al 95% neumáticos, 95% metal doméstico y el 97% de construcción.

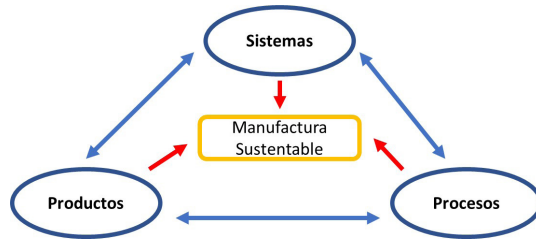
Como podemos ver las estadísticas de residuos sólidos y flujos de desperdicio no suenan muy alentadores, incluso en países en donde cuentan con un modelo de negocio circular, tal es el caso de Japón y la Unión Europea, en donde sus políticas públicas trabajan de manera conjunta con la sociedad, la industria y los gobiernos. Es importante considerar también que las ciudades son los motores principales para el crecimiento, las cuales requieren tener seguimiento y ser controladas, ya que estas son las que principalmente tienen una afectación en el cambio climático y representan casi un 76% de las emisiones generales de emisiones de carbono. El impacto puede verse ya que estos asentamientos ocupan menos del 2% del área terrestre, lo que significa un 75% del uso mundial de recursos humanos y se genera de manera global una cantidad de basura del 50%, estos asentamientos humanos son los que mayormente consumen recursos, pero por otro lado tienen un potencial enorme para poder realizar la transición hacia la economía circular (Salvador *et al.*, 2021).

La industria y la economía circular

Jawahir y Bradley (2016) afirman que una parte importante para la correcta implementación de la circularidad radica en poder implementar buenos programas en todos los niveles educativos, en tanto la industria se verá forzada a trabajar con estos programas para poder tener un impacto en la sostenibilidad, la economía y la protección del medioambiente. También mencionan que el modelo de economía circular tiene un mensaje poderoso, ya que busca la reducción de los recursos que actualmente se desperdician incontroladamente, esta reducción se logra mediante la implementación de procesos y productos sostenibles, considerando manejos eficientes de recursos, promoviendo y aplicando la reutilización, recuperación, reciclaje, recuperación y refabricación de los productos, la circularidad debe verse como de inevitable transición y que tiene impacto en la economía y el equilibrio ecológico para mantener los recursos, la biodiversidad y la estabilidad económica y social de las naciones.

Existen diferentes modelos de negocio para la implementación de la circularidad, Jayal *et al.* (2010) establecieron un modelo de fabricación sostenible que de entrada es un sistema complejo, como se muestra en la figura 1 contiene tres niveles, estos son: sistema, proceso y producto, estos deben ser considerados y ser integrados y relacionados entre sí.

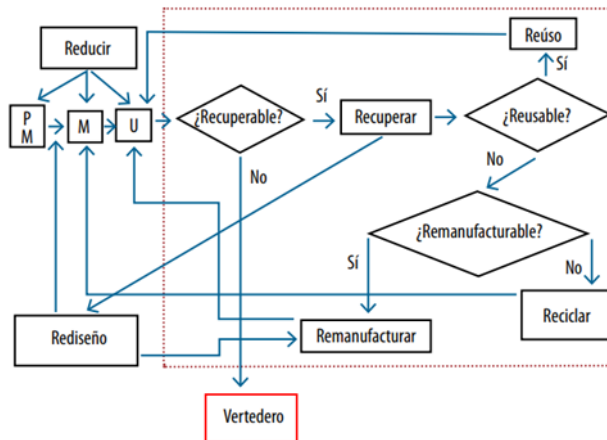
Figura 1. Elementos integrados de la manufactura sustentable.



Fuente: Adaptación de Jayal *et al.* (2010).

Como contraparte también Jawahir y Bradley (2016) afirman que aun cuando la economía circular está en la mira de todo el mundo carece de «perspectiva tecnológica para una efectiva implementación» (p.103), estos mismos autores establecen que para poder superar esta carencia, se debe establecer una propuesta metodológica que pasa de 3R como se muestra en la figura 2 (reducir, reciclaje, reutilización) a 6R (reducir, reusar, reciclar, recuperar, rediseñar y remanufacturar).

Figura 2. Aplicación de la metodología de 6R.



Fuente: Adaptación propia con datos de Jawahir y Bradley (2016).

Como se puede ver en la figura 2 se presenta un algoritmo para poder aplicar la metodología de 6R dentro de los procesos y así conseguir afianzar estos conceptos dentro de las industrias, sabiendo hacia donde direccionar los residuos o materiales utilizados dentro de los procesos productivos y poder pasar de un sistema de 3R a un sistema considerando 6R.

Orígenes de la administración de operaciones

La administración de operaciones (AO) se centra en la coordinación de áreas funcionales de la empresa con el fin de asegurar la identificación de las necesidades del cliente, así como en la completa satisfacción de estas en ambientes altamente dinámicos (Blanco-Ariza, *et al.*, 2020; Cervantes *et al.*, 2020). Con el objetivo de conquistar los mercados mundiales la administración de operaciones ha evolucionado bajo los principios tecnológicos, sociales, factores económicos, los aspectos referentes a la tecnología la globalización y la competencia mundial (Alfalla y Medina, 2009).

De acuerdo con Chase *et al.* (2009), la administración de operaciones ha sido elemental para poder incrementar la productividad que se ha visto reflejada en empresas alrededor del mundo, es así como para poder crear una ventaja competitiva es necesario entender cómo es que la administración de operaciones tiene una contribución en este incremento, la integración de áreas como finanzas, contabilidad, mercadotécnica, recursos humanos y compras, logística e ingeniería son las mejor manera en la que la administración de operaciones puede abordar un enfoque global dentro de las organizaciones.

De acuerdo con Chase *et al.* (2009) una parte importante de la estrategia de operaciones es establecida por la alta gerencia, tienen ingerencia en las tecnologías que se usan, donde se ubican las instalaciones y a su vez administran las plantas donde se producen los productos o se prestan servicios, todo esto con el fin de proporcionar bienes y servicios con calidad que ayuden en el incremento del patrimonio de las empresas a través de una mezcla de gestión humana y aplicación de nuevas tecnologías.

La administración de operaciones ha demostrado un cambio drástico y revolucionario y al parecer este avance no tiene señales de que se detenga en un corto plazo, la empresa se debe asegurar de ir cambiando de acuerdo con el medio para asegurar su competitividad, ya que este éxito es medido a razón de la capacidad de cumplir en tiempo y dentro de los recursos establecidos (Cha-

se *et al.*, 2009) como lo hacen notar los autores anteriores, la administración de operaciones se aplica en una gran diversidad de procesos productivos como la fabricación de autos, computadoras, la industria alimenticia, las refinerías de petróleo, cada uno de esos procesos están organizados de manera particular.

Estos procesos productivos tienen entradas y salidas que deben ser coordinadas para poder generar bienes y servicios. Por el lado de las entradas es necesario administrar proveedores, es decir tener cantidades correctas tanto de materiales como otros bienes necesarios para la producción que deben de estar disponibles. A la salida y del lado de los clientes, los productos deben ser distribuidos por medio de una compleja red de distribución. Cada empresa genera sus propios procesos de transformación buscando la mejor manera de que sean realizados, es decir, utiliza recursos e insumos para ser convertidos en productos terminados, estos procesos son clasificados en: físicos o manufactura, de transporte o ubicación, de intercambio o ventas a detalle, y de almacenaje (Chase *et al.*, 2009).

La economía circular y su relación con la administración de operaciones

La administración de operaciones se encuentra presente no solo en el proceso productivo, como se recalca en párrafos anteriores, sino tienen un impacto tanto en las entradas como en las salidas, es decir, en toda la cadena de suministro, siendo esta parte importante dentro de la administración de operaciones, ya que es la encargada de generar la búsqueda de las materias primas, su transformación, transporte y entrega a los consumidores finales. Se pueden encontrar títulos de artículos científicos en los cuales se habla de la cadena de suministro y se relaciona con la economía circular, por poner algunos ejemplos en el artículo *Supply chain Configurations in the circular economy: A systematic Literature review*, escrito por Masi *et al.* (2017), analizan la situación actual para encontrar comunales en ambos conceptos, así como identifica las principales barreras e impulsores para la utilización de estos constructos.

De Angelis *et al.* (2018) en su artículo *Supply chain management and the circular economy: towards the circular supply chain*, presenta algunas proposiciones preliminares referentes al desarrollo de la cadena de suministros circular, es decir, basan su propuesta de investigación argumentando generar

algunos cambios en las propiedades de los productos en relación de la cadena de suministros, la importancia que la flexibilidad estructural en cuanto a procesos productivos se refiere, creación de bucles de materiales cerrados y abiertos, locales como regionales entre otros puntos.

Dada la relevancia que tiene el trabajar sobre la cadena de suministros, ya que como se ha visto con anterioridad parte importante de la generación de daños ambientales radica en el hecho de la mala utilización de recursos, es que actualmente podemos encontrar información referente a la cadena de suministros, sin embargo, es importante considerar todo el contexto empresarial sin dejar de lado que la cadena de suministro es parte importante de la administración de operaciones.

Lopes *et al.* (2019) realizan un análisis acerca de las implicaciones que tiene el cambio hacia una economía circular bajo la toma de decisiones de la administración de operaciones, en las áreas de diseño de productos, planificación y control de la producción y cadena de suministros, este aporte realizado permite que a nivel gerencial pueda prever necesidades emergentes, es decir, poder cumplir con el desarrollo de las capacidades de la circularidad. Thelen *et al.* (2018) afirman que la transición hacia la circularidad requiere cambios en la forma en que se opera dentro de las organizaciones, ya que debe de haber una conciencia sobre los productos y su sostenibilidad, además de como estos deben ser diseñados a través de toda la cadena de suministros.

Por su parte, Batista *et al.* (2018) afirman que la transición hacia la circularidad está determinada inevitablemente por decisiones a realizarse desde el enfoque de administración de operaciones, ya que procesos como la reutilización y re-fabricación requieren macro cambios a nivel de desarrollo de producto, pasando por la producción y finalmente la administración de la cadena de suministro. Bendoly *et al.* (2006) plantean que el enfoque principal de la administración de operaciones es el diseño de productos y procesos y la cadena de suministros y dentro de estos se debe realizar un análisis referente a las capacidades, procedimientos de trabajo, relaciones intra e inter organizaciones, uso de tecnologías que se requieren para poder realizar la transición hacia la circularidad, mencionan también que estas categorías fueron seleccionadas ya que son los recursos que pueden representar un cambio para el éxito de las empresas y que su vez las ayuda a ser mayormente competitivas.

Una aportación importante realizada por Lopes *et al.* (2019) es la relación que encuentran a través del análisis literario de la toma de decisiones de la ad-

ministración de operaciones con el modelo RESOLVE, el acrónimo en inglés corresponde a *regenerate* (regenerar), *share* (compartir), *optimise* (optimizar), *loop* (bucle), *virtualise* (virtualizar) y *exchange* (intercambiar).

El ecodiseño contribuye la fase de regeneración ya que se usan materiales y energías de fuentes renovables al igual que se utilizan materiales biodegradables, esto debe realizarse a través del ciclo de análisis de vida, es necesario el uso de nuevos procedimiento e identificación de capacidades de trabajo que impacten en el diseño de productos para aplicar el modelo de negocio de regenerado, es decir, los productos deben de ser reciclados esto tiene un impacto en la reducción de recursos vírgenes, ya que ayuda a la restauración de la capacidad de los ecosistemas (Lopes *et al.*, 2019).

Para el caso de compartir, se busca manejar procesos flexibles, es decir permitir que el producto sea adaptable para garantizar una mayor utilidad, la optimización puede darse centrandolo en el usuario alentando a las organizaciones para orientar el diseño a múltiples usuarios, es así como, es de vital importancia contar con relaciones cercanas con los clientes (Lopes *et al.*, 2019). El uso de la logística y el control de la producción pueden ayudar en el soporte de la optimización para realizar un cambio en el uso de las ecoeficiencias y la producción limpia. La fase de bucle requiere de buenas prácticas de producción limpia para llevarse a cabo, para el caso de la virtualización requiere un modelo de desmaterialización esto significa la disminución de stock de materiales, es decir, se debe contar con buenas estrategias de reducción de inventarios, por último, la fase de intercambio requiere de nuevas tecnologías productivas y buen control y planeación de las operaciones (Lopes *et al.*, 2019).

Conclusiones

A través de la literatura se denota que existe una conexión y relación entre los dos constructos y están estrechamente ligados, ya que este cambio hacia la circularidad ya no es un opción, como Jawahir y Bradley (2016) establecen, aun cuando este tema se encuentra en las agendas sociopolíticas de todo el mundo, carece de buenas bases tecnológicas para impulsarla ya que no se encuentran bien planificados y bien planteados, ya que se están pasando por alto necesidades sociales y económicas para alcanzar el éxito en la implementación de este cambio circular.

Como se refiere con anterioridad, para poder realizar un verdadero cambio y poder impactar de manera positiva a nuestro medioambiente, es necesario que tanto como sociedad, gobierno y sectores productivos lleven a cabo un modelo de negocio basado en los conceptos antes mencionados, de acuerdo con Lopes *et al.* (2019) afirman que los campos de la economía circular y la administración de operaciones son emergentes y se encuentran en una etapa temprana de investigación, es decir, existe un campo de investigación muy amplio respecto a investigaciones por realizarse y las aportaciones a este campo son valiosas por las implicaciones que pueden tener.

Para el caso de nuestro país, actualmente se generan más de 44 millones de toneladas anuales de residuos, y se contempla que para 2030 se generaran más de 65 millones (Piz, 2019). Existe en nuestro país el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y se encuentra el apartado de desarrollo sustentable, desafortunadamente el plan de acción no es claro. En el año 2019 también se lanzó y aprobó la Ley General de Economía Circular, en la cual se plantea hacia donde y que rubros abarca la ley, pero no cómo se permeara a todos los involucrados.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 para México se encuentra el apartado desarrollo sustentable, sin embargo, no menciona un plan de acción para lograrlo. En octubre de 2019 se lanzó una iniciativa de la creación de la Ley General de Economía, que tiene como propósito de que el país cuente con un marco normativo que permita utilizar eficazmente los recursos naturales, económicos y humanos que faciliten la transición hacia el modelo de economía circular. Esta ley se encuentra ya elaborada, y aun cuando de manera general contempla las acciones a realizarse para llevar a cabo esta transición, no es clara la manera en que será implementada. Los esfuerzos deben ser en conjunto tanto sociedad, gobierno y sistemas productivos, ya que así se puede hacer frente a los desafíos que actualmente se presentan esto acorde también con los ODS establecidos por la Organización de las Naciones Unidas, que de igual manera en su informe de actividades de 2020 manifiesta que los esfuerzos realizados a nivel mundial no han generado impactos significativos al medioambiente.

Aun cuando en nuestro país existen algunas empresas con modelos circulares y algunas otras aplican actividades aisladas, se debe ver el problema y daño ambiental como un problema que debe tratarse en conjunto y que contamos con las pautas tanto de la economía circular como de la administración de operaciones para hacer frente a los problemas actuales y poder contribuir a la disminución de residuos e impactar nuestro mundo.

Referencias

- Alfalla-Luque, R. y Medina-López, C. (2009). Supply chain management: Unheard of in the 1970s, core to today's company. *Business History*, 51(2), 201-220. <<https://doi.org/10.1080/00076790902726558>>.
- Arroyo, M. F. R. (2018). La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. *INNOVA Research Journal*, 3(12), 78-98. <<http://doi.org/10.33890/innova/index>>.
- Ayres, R. U., y Allen V. K. (1969). Production, Consumption, and Externalities. *The American Economic Review*, 59, 282-297.
- Batista, L., Bourlakis, M., Liu, Y., Smart, P., y Sohal, A. (2018). Supply chain operations for a circular economy. *Production Plan Control*, 29, 419-424. <<https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1449267>>.
- Bendoly, E., Donohue, K., y Schultz, K. L. (2006). Behavior in operations management: Assessing recent findings and revisiting old assumptions. *Journal of Operations Management*, 24(6), 737-752. <<https://doi.org/10.1016/j.jom.2005.10.001>>.
- Blanco, A. B., Vásquez, G. Á. W., García, J., R., y Varela, M. E. (2020). Estructura organizacional como determinante competitivo en pequeñas y medianas empresas del sector alimentos. *Revista de Ciencias Sociales*, xxvi(2), 133-147. <<https://dx.doi.org/10.31876/rcs.v26i2.32429>>.
- Boulding, K. (1966). The Economics of the Coming Spaceship Earth. En H. Jarrett (Ed.), *Environmental Quality in a Growing Economy* (pp. 3-14). Resources for the Future, Johns Hopkins University Press.
- Braun, A., Kleine, M. P., Reichenberg, V., y Seiter, S. (2018). *Case Study Analyzing Potentials to Improve Material Efficiency in Manufacturing Supply Chains, Considering Circular Economy Aspects*. *Sustainability*, 10(3), 880. <<https://doi.org/10.3390/su10030880>>.
- Braungart, M., y McDonough, W. (2009). *Cradle to Cradle*. Vintage.
- Cayzer, S., Griffiths, P., y Beghetto, V. (2017). Design of indicators for measuring product performance in the circular economy. *International Journal of Sustainable Engineering*, 10(4-5), 289-298. <<<https://doi.org/10.1080/19397038.2017.1333543>>>.
- Cerda, E., y Khalilova, A. (2016). Economía circular. *Economía circular, estrategias y competitividad empresarial*, (401), 11-20. <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5771932>>.

- Cervantes, A. V., Salgado, H. R., Peralta, M. P., y García, M. C. (2020). Formas organizativas modernas en empresas grandes del sector cooperativo colombiano. *Revista de Ciencias Sociales*, 26(4), 145-161. <<https://doi.org/10.31876/rsc.v26i4.34654>>.
- Circularity Gap Report. (2022). *Five years of analysis by Circle Economy*. <<https://circularity-gap.world/2022#Download-the-report>>.
- Chase, R., Jacobs, F. R., y Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones. Producción y Cadena de Suministro*. McGraw Hill.
- De Angelis, R., Howard, M., y Miemczyk, J. (2018). Supply chain management and the circular economy: towards the circular supply chain. *Production Planning y Control*, 29(6), 425-437. <<https://doi.org/10.1080/09537287.2018.1449244>>.
- Ellen MacArthur Fundación. (2017). *Economía circular*. <<https://archive.ellen-macarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto>>.
- Ellen MacArthur Foundation. (2012). *Towards the Circular Economy. Vol. 1*. <<http://www.c2c-centre.com/library-item/towards-circular-economy-vol1>>.
- Erkman, S. (1997). Industrial Ecology: An Historical View. *Journal of Cleaner Production*, 5(1-2), 1-10.
- Esposito, M., Tse, T., y Soufani, K. (2017). Is the circular economy a new fast-expanding market? *Thunderbird International Business Review*, 59(1), 9-14.
- Granados, A. (2023). Economía circular transforma residuos en materias primas; ejemplos te sorprenderán. *Publimetro*. <<https://www.publimetro.com.mx/noticias/2023/08/01/economia-circular-en-mexico-y-retos-en-su-implementacion/>>.
- Grisellini, P., Cialani, C., Ulgiati, S. A. (2015). A Review on Circular Economy: The Expected Transition to a Balanced Interplay of Environmental and Economic Systems. *Journal of Clean Production*, 114, 11-32.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2022). *Midiendo la economía circular en México*. <<https://rde.inegi.org.mx/index.php/2023/01/04/midiendo-la-economia-circular-en-mexico/>>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2018). *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte*. <<https://www.inegi.org.mx/app/scian/>>.

- Jawahir, I., y Bradley, R. (2016). Technological Elements of Circular Economy and the Principles of 6R-Based Closed-loop Material Flow in Sustainable Manufacturing. *Procedia CIRP* 2016, 40, 103-108
- Jayal, A. D., Badurdeen, F., Dillon, O. W., y Jawahir, I. S. (2010). Sustainable manufacturing: Modeling and optimization challenges at the product, process and system levels. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 2(3), 144-152.
- Jiménez, B. C., y Sánchez, D. G. (2014). La flexibilidad laboral en México, los efectos de las relaciones neoliberales de trabajo. En T. Ventura (Coord.), *Las expresiones del mundo laboral* (pp. 15-34). BUAP.
- Koontz, H., Weirich, H., y Cannice, M. (2019). *Administración, una perspectiva global y empresarial*. McGraw Hill.
- López, J. A. B., Rojas, L. J. V., Rojas, L. O., Chiappetta, J. C. J., Oly-Ndubisic, J. N., Caldeira de Oliveira, J. H., y Horneaux, F. (2019). Circular economy business models and operations management. *Journal of Cleaner Production*, 299, 1525-1539. <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.349>>.
- Masi, D., Day, S., y Godsell, J. (2017). Supply Chain Configurations in the Circular Economy: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 9(9), 1602. <<https://doi.org/10.3390/su9091602>>.
- Matus, C. E. M., Petrarca, R., y Jiménez, B. A., (2021). Detección de factores de éxito en la manufactura en Mexico mediante un modelo de datos panel de los censos económicos. *Inegi Realidad, datos y espacio. Revista internacional de estadística y geografía*, 13(1).
- Medina, M., y Sánchez, T. A. (2020). Growth Strategies of Media Companies: Efficiency Analysis. *Palabra Clave*, 23(1). <<https://doi.org/10.5294/pacla.2020.23.1.7>>.
- Montejano, G. S., López, T. G. C., Pérez, R. M. J., y Campos, G. R. M., (2021). Administración de operaciones y su impacto en el desempeño de las empresas. *Revista de Ciencias Sociales*, 27(1), 112-126. <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7817686>>.
- Muñoz, M. G., Delgado, R. G. C., y Díaz, C. R. (2021). Circular Economy in Mexico. En S. K. Ghosh (Ed.), *Circular Economy: Recent Trends in Global Perspective*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-0913-8_16>.
- Nicholson, W., y Snyder C. (2012). *Teoría microeconomica*. Cengage Learning.
- Pauli, G. (2010). *The Blue Economy: 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs*. Konvergenta.

- Pearce, D., y Turner, R. (1989). *Economics of Natural Resources and the Environment*. John Hopkins University Press.
- Piz, V. (2019). La economía circular y el reto de México en gestión de residuos. *El Financiero*. <<https://www.elfinanciero.com.mx/economia/la-economia-circular-y-el-reto-de-mexico-en-gestion-de-residuos/>>.
- Prieto, S. V., Jaca, C., y Ormazabal, M. (2017). Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria investigaciones en ingeniería*, (15), 85-95.
- Reike, D., Vermeulen, W., y Witjes, S. (2018). The circular economy: New or Refurbished as CE 3.0? – Exploring Controversies in the Conceptualization of the Circular Economy through a Focus on History and Resource Value Retention Options. *Resources, Conservation and Recycling*, 135, 246-264. <<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.027>>.
- Salvador, R., Barros, M. V., Freire, F., Halog, A., Piekarski, C. M., y De Francisco, A. C., (2021). Circular economy strategies on business modelling: Identifying the greatest influences. *Journal of Cleaner Production*, 299. <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126918>>.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (2017). *Residuos sólidos urbanos (RSU)*. <<https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/residuos-solidos-urbanos-rsu>>.
- Senado de la Republica (2021). *Aprueba el Senado Ley General de Economía Circular*. <<https://comunicacionsocial.senado.gob.mx/informacion/comunicados/1208-aprueba-el-senado-ley-general-de-economia-circular-senado-de-la-republica>>.
- Schroeder, P., Anggraeni, K., y Weber, U. (2018). The Relevance of Circular Economy Practices to the Sustainable Development Goals. *Journal of Industrial Ecology*, 23(9). <<https://doi.org/10.1111/jiec.12732>>.
- Stahel Walter, R. (2010). *The performance economy*. Vol. 572. Palgrave Macmillan.
- Thelen, D., Van, A. M., Huurman, W., Thomaes, T., Van Brunschot, C., Edger-ton, B., y Kubbinga, B. (2018). *Scaling the Circular Built Environment: Pathways for Business and Government*. Circle economy, WBCS.