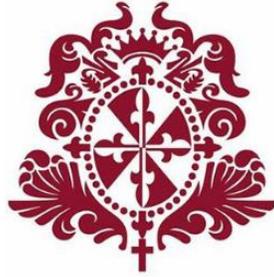


UNIVERSIDAD DEL ROSARIO



Título:

Economía circular como alternativa sostenible para el desarrollo
productivo de las industrias

Trabajo de Grado:

Asistente de Investigación

Autor:

Geraldine Camila Amaya Aguilar

Bogotá DC. Colombia

2019

UNIVERSIDAD DEL ROSARIO



Título:

Economía circular como alternativa sostenible para el desarrollo
productivo de las industrias

Trabajo de Grado: Asistente de Investigación

Autor: Geraldine Camila Amaya Aguilar

Profesor Tutor: Clara Inés Pardo Martínez

Programa: Administración de Negocios Internacionales

Bogotá DC. Colombia

2019

Tabla de Contenido

Resumen	4
<i>Palabras Clave</i>	4
Abstract	5
<i>Key Words</i>	5
1. Introducción	6
2. Marco teórico	8
2.1 Antecedentes y Definición	8
2.2 El rol de los actores	13
2.3 América Latina y Colombia	17
2.4 Modelos, Estrategias, Políticas utilizadas en EC	23
3. Marco Metodológico	29
4. Estudio de Casos	31
5. Análisis y Recomendaciones	71
6. Conclusiones	74
7. Referencias bibliográficas	75

Resumen

La economía circular según la fundación MacArthur consiste en conseguir que los productos, componentes y recursos en general mantengan su utilidad y valor en todo momento. Bajo esta idea se desenvuelve este trabajo, primero al estudiar todo el marco teórico que de este concepto se deriva, su aplicabilidad en América Latina, sus actores, entre otros; seguido de un estudio de dieciocho casos donde se desarrolló un análisis bajo las variables de barreras y efectos posteriores a su aplicabilidad, resultando en una serie de sugerencias y conclusiones que las industrias colombianas pueden aplicar para crear o fortalecer una verdadera ventaja competitiva ligada a la sostenibilidad.

Palabras Clave

Economía Circular; Sostenibilidad Ambiental; Industrias.

Abstract

Circular economy according to the MacArthur foundation is to ensure that products, components and resources in general maintain their usefulness and value at all times. Under this idea, this work is developed, first by studying the entire theoretical framework derived from this concept, its applicability in Latin America, its actors, among others; followed by a study of eighteen cases where an analysis was developed under the variables of barriers and effects subsequent to their applicability, resulting in a series of suggestions and conclusions that Colombian industries can apply to create or strengthen a true competitive advantage linked to sustainability.

Key Words

Circular Economy; Environmental sustainability; Industries

1. Introducción

El principal objetivo de la creación de empresas tanto en Colombia como en el mundo es y ha sido generar bienestar para todos los grupos de interés, como los accionistas, los consumidores, la sociedad, el medio ambiente, entre otros. Sin embargo, esto no suele ser así, el interés por el beneficio económico de las firmas ha opacado todo a su paso perjudicando a los entes más vulnerables como lo son las comunidades y el medio ambiente.

Estos agentes son los que fundamentan esta investigación, puesto que las firmas suelen tener la creencia que mejorar las condiciones actuales del medio ambiente y la sociedad, o mejor, mantenerlas, repercute en disminuir sus beneficios económicos por los costos adicionales que eso puede constituir, es aquí donde el desarrollo e implementación de modelos de producción sostenibles juega el principal rol, demostrando que si es posible un balance entre todas las partes interesadas, o mejor aún, un resultado de Gana-Gana.

Es así como se presenta la economía circular, está según la fundación Ellen MacArthur (2017) consiste en “conseguir que los productos, componentes y recursos en general mantengan su utilidad y valor en todo momento”, básicamente consiste en reutilizar aquello que ya se creía desechado por pasar las puertas de salida de la empresa.

Estos sistemas o modelos sostenibles traen muchas ventajas, sin embargo, en países como Colombia se suelen recalcar los problemas y dificultades de desarrollarlos, entonces, el tema central radica en encontrar metodologías y/o estrategias que puedan servir en el entorno nacional para que tanto las empresas como sus respectivos sectores productivos entiendan en qué consiste la **economía circular** y cómo llevar ésta al campo de los hechos.

Los objetivos que se pretenden alcanzar a lo largo de esta investigación son:

- Indagar a profundidad el modelo circular, su avance no solo a nivel mundial sino en la region, conocer sus ventajas y desventajas, las diferentes herramientas y/o metodologías que del modelo se derivan para la toma de decisiones de forma informada y veraz ya sea para los empresarios que decidan implementarla en sus empresas o para las personas del común que quieran conocer más al respecto.
- Analizar casos de éxito en el mundo en donde se halla aplicado el modelo circular, determinando las variables que hicieron que el cambio se diera y las que incidieron en el correcto desarrollo de su implementación, de forma que se puedan traer a colación en el entorno colombiano.

El desarrollo del presente trabajo se encuentra relacionado con la Investigación “*Energía, medio ambiente y desarrollo. Un análisis desde diferentes perspectivas*”, y pretende ser de ayuda o soporte a lo largo de su desarrollo ya sea a nivel conceptual o por medio del estudio de los casos.

La estructura que se va a trabajar consiste: primero el desarrollo conceptual de economía circular y sus antecedentes, estudiando el contexto y/o desarrollo del modelo circular en Latinoamérica, posteriormente se exponen algunas metodologías, herramientas o procesos que hacen parte del modelo, para continuar con estudio metodológico donde por medio de un diseño cualitativo se analizaran diferentes estudios de casos de éxito en diferentes partes del mundo, esto, con sus respectivos resultados y recomendaciones teniendo en cuenta los objetivos previamente mencionados.

2. Marco teórico

2.1 Antecedentes y Definición

La revolución industrial del siglo XVIII marcó de manera permanente la historia, un antes y un después se puede deslumbrar no sólo en el contexto empresarial sino social y ambiental, este puede ser el origen de los problemas medioambientales que hoy nos aquejan y posteriormente la causa del replanteamiento de nuevas formas de producción y consumo de bienes y servicios.

Específicamente como lo menciona (Esposito, Tse, & Soufani, 2018) “Las principales escuelas de pensamiento establecieron el pensamiento fundacional para la operación y el funcionamiento de una economía circular, con algunas que surgieron en la década de 1980 pero que ganaron prominencia y atención tanto política como académicamente en la década de 1990 y principios de la de 2000”(p.7). O como se destaca en el reporte Towards the Circular Economy realizado por la fundación Ellen MacArthur, el concepto y desarrollo de la economía circular no se puede ligar a una sola fecha o autor, fue una evolución que comenzó desde fines de la década de 1970 con los esfuerzos de un pequeño número de académicos, líderes de opinión y empresas.

El concepto general de Economía Circular y lo que esta implica fue variando y convirtiéndose en lo que es ahora gracias a una serie de acontecimientos: (MacArthur, 2013)

- Diseño Regenerativo: Este término se dio en los años setenta cuando el profesor estadounidense John T. Lyle colocó un desafío a los estudiantes pidiéndoles que pensarán en ideas donde las actividades diarias de una sociedad se basaran o estuvieran dentro del marco de los recursos renovables sin la degradación ambiental, de ahí surgió la idea y el concepto 'regenerativo', donde los procesos mismos se renuevan o se regeneran las fuentes de energía y materiales que consumen.
- Economía del desempeño: Walter Stahel, arquitecto y analista industrial, esbozó la visión de una economía en bucles (o economía circular) y su impacto en la creación

de empleo, la competitividad económica, el ahorro de recursos y la prevención de residuos en su informe de investigación de 1976 a la Comisión Europea llamado El potencial para sustituir mano de obra por energía, el cual perseguía cuatro objetivos principales: la extensión de la vida útil del producto, los bienes de larga duración, las actividades de reacondicionamiento y la prevención de residuos. También insiste en la importancia de vender servicios en lugar de productos, una idea conocida como la "economía funcional del servicio", que ahora se incluye más ampliamente en la noción de "economía del desempeño".

- Cradle to Cradle: En la década de 1990, el químico y visionario alemán Michael Braungart desarrolló, junto con el arquitecto estadounidense Bill McDonough, el concepto y proceso de certificación de Cradle to Cradle™. Esta filosofía de diseño considera que todo el material involucrado en los procesos industriales y comerciales son nutrientes, de los cuales existen dos categorías principales: técnica y biológica. El marco Cradle to Cradle aborda no solo los materiales, sino también los insumos de energía y agua, y se basa en tres principios clave: "Desperdicio es igual a alimentos" - "Usar el ingreso solar actual" - "Celebrar la diversidad".
- Ecología Industrial: es el estudio de flujos de materiales y energía a través de sistemas industriales. Al enfocarse en las conexiones entre operadores dentro del 'ecosistema industrial', este enfoque apunta a crear procesos de circuito cerrado en los cuales los residuos sirven como entrada, eliminando la noción de un subproducto no deseado, al tiempo que observa su impacto global desde el principio e intenta configurarlos para que funcionen lo más cerca posible de los sistemas vivos.
- Economía Azul: Iniciada por el ex CEO de Ecover y el empresario belga Gunter Pauli, Blue Economy es un movimiento de fuente abierta que reúne estudios de casos concretos, compilados inicialmente en un informe homónimo entregado al Club de Roma. Como se indica en el manifiesto oficial, "utilizando los recursos disponibles en los sistemas en cascada, (...) el desperdicio de un producto se convierte en el insumo para crear un nuevo flujo de caja". Basada en 21 principios fundamentales, la Economía Azul insiste en que las soluciones estén determinadas por su entorno local y sus características físicas y ecológicas, poniendo el énfasis en la gravedad como la principal fuente de energía. El informe, que se duplica como el manifiesto del

movimiento, describe "100 innovaciones que pueden crear 100 millones de empleos en los próximos 10 años".

- Biomimetismo. La creadora es Janine Benyus, define su enfoque como "una nueva disciplina que estudia las mejores ideas de la naturaleza y luego imita estos diseños y procesos para resolver problemas humanos". Estudiar una hoja para inventar una mejor célula solar es un ejemplo. Ella lo considera como una "innovación inspirada en la naturaleza". El biomimetismo se basa en tres principios clave: la naturaleza como modelo, la naturaleza como medida, la naturaleza como mentor.
- Permacultura: Los ecólogos australianos Bill Mollison y David Holmgren acuñaron el término "permacultura" a fines de la década de 1970, definiéndolo como "el diseño consciente y el mantenimiento de los ecosistemas productivos de la agricultura, que tienen la diversidad, la estabilidad y la resistencia de los ecosistemas naturales". Existe un considerable interés en el concepto en todo el mundo, impulsado por pensadores y profesionales como Masanobu Fukuoka en Japón y Sepp Holzer en Austria. La permacultura extrae elementos tanto de la agricultura tradicional sostenible como de las innovaciones y principios modernos. Los sistemas de permacultura mejoran los rendimientos y las dietas al tiempo que reducen el consumo de agua, mejoran la calidad del suelo y restauran la biodiversidad

Entonces, el concepto es reciente y más aún su aplicación como bien lo cita (Nedelea, Mironiuc, Huian, Birsan, & Bedrule-Grigoruta, 2018), el concepto de economía circular ha emergido recientemente como un objetivo político relevante en el contexto del alza en el precio de los recursos y el cambio climático. (Gregson et al., 2015).

Es así como conceptos como desarrollo sustentable, ecología industrial, economía circular, logística verde, eco-diseño, economía verde, ecoeficiencia, responsabilidad extendida del productor, entre otros, tomaron fuerza en el entorno industrial a medida que, desafortunadamente, las cosas se iban empeorando entre la humanidad y su consumo desaforado y el medio ambiente y sus recursos escasos.

Prueba de su importancia son el volumen cada vez mayor de estudios enfocados en estos temas encabezados por la Fundación Ellen MacArthur la cual a través de su página web y

con apoyo de muchas otras instituciones privadas desarrollan de manera constante reportes y publicaciones como por ejemplo: La oportunidad de la economía circular para la innovación urbana (2018); Ciudades en la economía circular: una exploración inicial (2017); La economía circular: una riqueza de flujos (2017); o Hacia la Economía Circular: oportunidades para el sector de bienes de consumo (2013), donde se puede encontrar datos y estadísticas del consumo desaforado que se está presentando en el planeta, la responsabilidad de este sector, la transición que se debe vivir y los beneficios y oportunidades de esta.

Sin embargo, no son la única fuente que trata el tema, existen decenas de instituciones que a una escala más pequeña tocan el tema de una manera que le llegue más a las pequeñas empresas o industrias, o a una escala muy mayor como el Foro económico mundial y la Organización de Naciones Unidas (ONU), presentan informes y noticias; también autores que se han dedicado a investigar ya sea de manera teórica o práctica como más adelante en esta investigación se podrá notar.

Continuando, el protagonismo en esta investigación lo toma la economía circular y esta puede presentar varias definiciones, una de ellas es:

...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. Lo que se aplica tanto a los ciclos biológicos como a los ciclos tecnológicos. (Saiz-aja et al., 2016).

El concepto de economía circular se ha relacionado desde sus inicios con los ecosistemas naturales, el objetivo de la economía circular (...) es reproducir el funcionamiento cuasi cíclico de los ecosistemas naturales. (Bourg, Granjean and Libaert, 2006, p.139). Esta ha tratado de vincular el Sistema natural dentro de las industrias de forma tal que se pueda autosostener sin generar repercusiones negativas a los agentes externos e incluso recoja, reduzca o elimine aquello que los termina dañando como bien lo hace, por ejemplo, los ecosistemas forestales.

Por otro lado, también se concibe como un enfoque dirigido hacia la basura y/o desperdicios el cual busca ser una balanza entre la economía, el medio ambiente y la sociedad según (Nedelea et al., 2018); y siempre teniendo en cuenta que es posible la coexistencia entre una economía saludable y un ambiente saludable, no son opuestos, no son enemigos, solo hace falta la correcta implementación de una producción limpia y sobretodo la consciencia sobre su importancia.

Pero, antes y aun ahora se ha venido manejando el modelo de economía lineal en los sectores productivos y por ende, en las empresas, este se resume en “tomar-fabricar-consumir-eliminar” llevando a la escasez de insumos y el ya visto fenómeno de contaminación y degradación del medio ambiente, generando un desequilibrio que está limitando la capacidad productora de los sectores y replanteándose la viabilidad del actual modelo.

El modelo de economía circular es similar al primero nombrado, sin embargo, sus dos últimas fases consisten en la recolección de los residuos una vez fueron consumidos o su vida útil haya acabado y posteriormente reciclar, esto involucra descomponer el residuo cuando así lo amerite y aprovecharlo para la creación de nuevos productos, es decir, reincorporarlos de nuevo al proceso productivo.

La economía también tiene otra fase que no se suele ver a primera vista, y es que esta busca que a la hora de producción se reduzca en lo posible el nivel de componentes, es decir, que los materiales para la fabricación sea los estrictamente necesarios para que así se genere menos residuos al final y sea más fácil su reutilización.

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. Para ello también es importante que se reduzca la presencia de sustancias nocivas en los materiales que lo componen. (Saiz-aja et al., 2016).

Para contextualizar aún más el término de economía circular, esta se puede reflejar en tres niveles o escalas en las economías y empresas, según (Nedelea et al., 2018) que cita a Geng et al. (2012), el primero consiste en la promoción de estrategias de producción limpia y ecodiseño, la segunda que es a un nivel superior se basa en el desarrollo de parques eco-industriales y redes o clústers y en el último nivel, a nivel macro, está orientada hacia la producción sostenible y el consumo orientado hacia una sociedad recicladora.

La implementación de este modelo implica la concientización sobre la importancia de estos residuos, no es basura, se debe ver como ganancias para los empresarios, no consiste en un favor dirigido los agentes externos, es un favor a la misma organización, ya sea desde el punto de vista económico como empresario o simplemente como una persona del común que quiere que el futuro, tenga futuro.

2.2 El rol de los actores

Los actores involucrados en esta problemática no solo son las empresas y el medio ambiente, esto trasciende a todos los actores o stakeholders que un sector ya sea el primario o el cuaternario y sus respectivas industrias puedan tener, "...se requiere de una apuesta estratégica del conjunto de las Administraciones públicas, así como la implicación y compromiso de las empresas, los ciudadanos y los agentes sociales, en definitiva de la sociedad en su conjunto" (Saiz-aja et al., 2016).

También, (Kunz, Mayers, & Van Wassenhove, 2018) mencionan a stakeholders como los productores, minoristas, asociaciones comerciales, consumidores, recicladores, municipios o regiones y las autoridades nacionales, haciendo referencia a estos como los ejes para que la economía circular se desarrolle y permanezca.

Sin embargo, dentro de estos actores se suele recalcar el papel de unos pocos argumentando su incondicionalidad a la hora de implementar modelos como la economía circular, ya sea a una escala micro o macro, por ejemplo, Moreau et al. (2017) cree que la

dimensión social tiene un papel importante porque la fuerza laboral debe ser el "corazón" de la economía debido a su naturaleza renovable (Nedelea et al., 2018).

La Tabla 1 muestra los actores involucrados y su papel dentro de la economía circular según (Nedelea et al., 2018) y (Saiz-aja et al., 2016), además de la propia apreciación.

TABLA 1

Actores y su rol en la EC

Actor	Descripción	Papel dentro de la economía circular
Consumidores	Entendiéndose como todas las personas de la sociedad que consumen ya sea directamente con su dinero o por medio de terceros, es decir, todos los residentes de un lugar; y que en últimas resultan afectados por las decisiones que los productores y el gobierno tomen.	Estos deben hacer todo el proceso de selección de residuos, reciclar. Deben optar por productos y marcas que apliquen la economía circular en sus productos y cambiar los hábitos de consumo lineal.
Productores	Todas las empresas, de todos los tamaños, ya sean manufactureras, vendedoras o importadoras de productos.	Dejar el modelo de economía lineal y pasarse al circular a lo largo de toda su cadena de suministros, aceptando así los insumos de segunda mano producto del reciclaje e incorporándolo de nuevo al proceso productivo.
Agentes Sociales	Estos constituyen los grupos, asociaciones, agremiaciones, entre otros, que velan por el bienestar común exigiendo el cumplimiento de las	Socializan los acuerdos y desacuerdos en cuanto a las decisiones que toman los demás actores; son los entes de participación ciudadana ejerciendo veeduría.

	regulaciones implementadas por el gobierno.	
Autoridades locales y Nacionales	El gobierno es el encargado de implantar los lineamientos mínimos con los cual las empresas debe cumplir, ya sea en términos legales, laborales y medioambientales.	Este puede motivar o desanimar a los productores de incorporar o no nuevos modelos de producción dependiendo de los beneficios que se ofrezcan, como reducción de impuestos por cuota mínima de reutilización y reciclaje de insumos.
Empresas recicladoras	Empresas intermediadoras entre la recolección de los residuos en los hogares hasta los entrega de dichos residuos a los productores específicos que la requieran.	Importantes para que la labor del reciclaje valga la pena por parte de los hogares disminuyendo costos para los productores.
Recicladores	Personas independientes o afiliadas a una empresa recicladora que trabaja en las calles recolectando los residuos aptos para el reprocesamiento.	Permiten efectuar el proceso de modelo circular de forma más efectiva.
Medio ambiente	Principal afectado con la economía lineal y principal y única fuente para la extracción de insumos necesarios para el consumo.	El papel de este ente, es pasivo ya que directamente no puede hacer nada, pero sus recursos limitados pueden llegar a afectar de manera abrupta a toda la economía.

Fuente: Elaboración propia.

Estos unidos conforman la sociedad y esta se ve beneficiada o perjudicada dependiendo de la acción que decida tomar uno o varios de ellos.

Ya conociendo un poco acerca de la economía circular y los agentes que en ella intervienen es necesario recalcar los beneficios, ventajas y oportunidades que de la implementación surge y también a manera de parcialidad conocer sus desventajas y los

problemas a la hora de querer adoptarla, todo esto a través de casos de estudio e investigación desarrollada principalmente en Europa.

El desarrollo de modelos, herramientas o metodologías amigables con el medio ambiente ha demostrado beneficios a nivel macro en los países donde se ha desarrollado, “dice José Luis Samaniego, director de la división de desarrollo sostenible y asentamientos humanos de la CEPAL, quien asegura que el crecimiento económico verde, más allá de asegurar ganancias en el PIB, repercute en la competitividad del país que lo promueve, el bienestar de las personas y la calidad de vida” (Nava & Abreu, 2015).

Para la organización el principal beneficio radica en la reducción de los costos al demandar menos insumo de primera mano, que van aumentando a nivel que la escasez aumenta y comienza a utilizar residuos previamente utilizados, esto es reducir los costes al mínimo y maximizar el valor añadido (Nedelea et al., 2018).

...la reducción del consumo de recursos o de los desechos y emisiones contaminantes contribuye a reducir el impacto ambiental. La ventaja para una empresa radica en que, al disminuir sus gastos energéticos y de eliminación de residuos, aminora insumos y gastos de descontaminación, un menor consumo de materias primas redundando en un incremento de la rentabilidad y de la competitividad. En consecuencia, tales inversiones se consideran normalmente ventajosas para todas las partes (win-win opportunities), tanto para las empresas como para el entorno natural. (Nava & Abreu, 2015)

Por otro lado, según (Nedelea et al., 2018) afirma que existe una dependencia entre la creación de valor agregado y la adopción de la economía circular por medio de la producción y el comercio de materiales reciclables, generando a la vez mayor empleo y reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero.

Además, está también el cada vez mayor interés por parte de los consumidores por adquirir productos ecoamigables, arraigándose hacia aquellas compañías que tengan dentro de su estructura un enfoque dirigido hacia lo sostenible, aumentando así su número de ventas y por ende utilidades, sin contar los beneficios que pueda recibir del gobierno.

Las desventajas o retos que una empresa adquiere al querer cambiar su modelo puede derivarse primeramente de las regulaciones locales o nacionales, como por ejemplo, pocos países han definido legalmente la remanufactura, y esto se reporta como la mayor barrera para el aumento de las ventas de productos remanufacturados. Los productos remanufacturados a menudo se clasifican como productos usados, cuya importación puede estar restringida o prohibida (Hopkinson, Zils, Hawkins, & Roper, 2018).

O como lo menciona (Kunz et al., 2018), recolectar productos no deseados al final de su vida útil y transformarlos de nuevo en materias primas implica numerosos desafíos técnicos, organizativos y logísticos complejos, lo cual se traduce que solo aquellas empresas con el músculo financiero suficiente logran implementar la economía circular a cabalidad o en un plazo medianamente corto.

Otro factor a considerar es el cultural, en culturas “occidentales” donde lo que importa es tu poder adquisitivo reflejado a través del capitalismo y consumismo, la reutilización de materiales que puede ser visto como de segunda mano puede llegar a ser contraproducente para las empresas, la idea de “nuevo es mejor” se arraigó de tal manera que ahora resulta una de las principales barreras para la introducción de economía circular, más específicamente en los países en vía de desarrollo.

Sin contar otro aspecto cultural y es la adopción del reciclaje en todos los hogares, actualmente según el Ministerio de Ambiente Colombiano, aproximadamente el 20% de los residuos que genera los hogares se recicla, el resto se va a los vertederos generando contaminación y desperdicio, cambiar esto requiere de una reestructuración en la forma de pensar de cada ciudadano lo que es difícil de lograr en el corto plazo y más si no es apoyado por políticas que ayuden a la transición del cambio.

2.3 América Latina y Colombia

Es bien sabido que las economías de Latinoamérica se encuentran en vía de desarrollo y como tal su “ejemplo” a seguir son los países de la unión Europea, Norteamérica y algunos de Asia, aspecto que no difiere en lo referente a la implementación de la economía circular.

La conferencia de desarrollo sostenible que se llevó a cabo en el 2012 y que tuvo una participación activa de América Latina sirvió como ayuda para la construcción de una economía verde que beneficie no solo al medio ambiente sino también a las poblaciones más vulnerables, impulsado por el gobierno y el sector privado, sin embargo, este es un acuerdo voluntario y no obligatorio y ante el afán de crecer y acercarnos a los estándares internacionales se dejan de lado factores clave que de igual forma pueden hacer crecer la economía.

A la luz de los últimos 20 años, también se puede decir que la propia región ha sido pionera en la conceptualización de la consecución de objetivos ambientales dentro de un contexto de desarrollo, y esto ha dado lugar a una creciente experticia y experiencia en los ámbitos de políticas, proyectos e investigaciones. Sin embargo, la región enfrenta claramente problemas crecientes para garantizar el crecimiento económico y el desarrollo de los latinoamericanos, al mismo tiempo que mantiene o mejora la integridad ambiental de las políticas en la región. (Onestini, 2012)

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) la dependencia de las economías de los países de Latinoamérica en los commodities está entre un 50% a 80%, esto es un gran porcentaje que está respaldado por una actividad económica que con el paso de los años y debido a los actuales problemas está destinada a desaparecer sino se replantea su uso y extracción como es el caso de los commodities energéticos y los metales industriales.

Todos los países del mundo cuentan con departamentos, secretarías, ministerios o unidades del Medio Ambiente y los Recursos Naturales o relacionado, y América Latina no es la excepción, estas son entidades gubernamentales que tienen funciones específicas, como por ejemplo:

- En Chile, “diseño y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como en la protección y conservación de la diversidad biológica y de los recursos naturales renovables e hídricos, promoviendo el desarrollo sustentable, la integridad de la política ambiental y su regulación normativa” (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2017)
- En México, “desarrolla las competencias de educación y sensibilización ambiental, y su finalidad es incrementar la capacidad de gestión de la sociedad y elevar sus niveles de bienestar, a través de la educación y la capacitación para propiciar su participación corresponsable, acorde con los cambios que implica el desarrollo sustentable” (SEMARNAT, 2018)
- En Brasil, “desarrollar programas dirigidos a la recuperación, la conservación y la sostenibilidad en diversas áreas ambientales. Entre los destaques, está el Catastro Ambiental Rural (CAR) de inmuebles en todo el territorio nacional, con el objetivo de promover la recuperación de ecosistemas en los moldes de la nueva Ley Forestal”. (MMA, 2018)

Y así sucesivamente con cada país, sin embargo, es difícil encontrar programas enfocados en la economía circular liderados por estas organizaciones, señalando las falencias que aún existen en cuanto a la integración del sector privado y el medio ambiente ya sea por ignorancia o indiferencia, dos enfermedades que han afectado por décadas a estos países y que si no se combaten, no existirá mejora.

A continuación se presentan varios datos acerca de la necesidad de incorporar la economía circular en Latam según el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo y la fundación Ellen MacArthur.

- ✓ Se estima que las diferentes estrategias de transformación a la economía circular pueden obtener beneficios netos como incrementos del PIB entre 0,8% y 7%, crecimiento en empleos de entre 0,2% y 3% y reducciones en las emisiones de carbono de entre 85% y 70%.
- ✓ En América Latina y el Caribe se reportan todavía tasas bajas de recuperación y reciclaje (cerca del 2,2%).
- ✓ En América Latina se genera diariamente al menos 430.000 toneladas de basura.

- ✓ Cada latinoamericano produce en promedio entre uno y 14 kilogramos (2.2 y 31 libras) de basura al día.
- ✓ Si la basura se separara adecuadamente antes de llegar al botadero, se podría reciclar casi el 92%. Sin embargo, si los desechos se mezclan, solamente es posible reciclar el 30%.
- ✓ Ningún país de América Latina supera el 15% de material reciclado anual.

Estos datos junto con el ecosistema emprendedor que se está forjando en América Latina puede llevar a la creación de más empresas adentradas en el mundo sostenible, puesto que según un informe del banco Mundial, el emprendimiento en esta región se basa en tener muchas empresas pero con poca innovación; más adelante se mostrará porque la implementación de la economía circular se traduce en innovación.

Para destacar, se puede decir que Brasil es el país que lleva el liderato apoyado en entidades privadas como lo es la fundación Ellen MacArthur, la cual poco a poco se está adentrando al contexto latinoamericano como lo destaca Luisa Santiago, líder de operación de la fundación en Brasil, con una vibrante escena de emprendimiento social y abundantes recursos naturales en los que su economía depende en gran medida, América Latina ofrece un ángulo interesante para la circularidad, o como se puede ver en su página web:

Como un importante exportador de recursos, América Latina tiene un papel importante en la transición global a una economía circular. Los elementos regionales únicos, como una biodiversidad incomparable, ricas reservas naturales y una cultura generalizada de innovación social, también sugieren que América Latina podría beneficiarse enormemente de un camino de desarrollo circular. El cambio hacia un enfoque regenerativo podría ayudar a la región a aprovechar estas fortalezas y realizar su extraordinario potencial económico, al tiempo que promueve un crecimiento distribuido e inclusivo en una región con tasas de urbanización sin precedentes y desigualdades críticas. (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

Centrándonos en **Colombia** se puede decir que su desarrollo en el tema ha sido mínimo al igual que sus pares, en cuanto a políticas implantadas por el propio Estado, sin

embargo, algunas empresas por cuenta propia han decidido implementar procesos de economía circular.

Según el Ministerio de Ambiente, Colombia para el año 2016 generaba en promedio 12 millones de toneladas de basura al año de la cual solo se reciclaba 17% y aunque este es un porcentaje superior de reciclaje frente a otros países no es un indicador esperanzador, transformándose en un problema incluso de salud pública en los últimos años debido a la cantidad de basura que llega a los rellenos sanitarios, los cuales están al borde de colapsar.

Las palabras del ministro de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2017, Luis Gilberto Murillo lo dicen todo, “Debemos ir hacia lo que se llama economía circular. Es decir, hacia el aprovechamiento de los productos que se pueden reutilizar y los que se pueden utilizar para generar energía. En la actualidad, los contratos de prestación del servicio de aseo desincentivan el reciclaje: se paga a los operadores por peso recogido, una situación que los estimula a botar más basura en los rellenos” (Dinero, 2017)

En Colombia si se quiere enlazar el tema de la sostenibilidad, los negocios y el gobierno como entidad que impulsa y controla este tipo de iniciativas solo podemos encontrar al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con la Formulación de Proyectos Verdes, estos se definen como:

Las actividades económicas en las que se ofertan bienes o servicios, que generan impactos ambientales positivos y además incorporan buenas prácticas ambientales, sociales y económicas con enfoque de ciclo de vida, contribuyendo a la conservación del ambiente como capital natural que soporta el desarrollo del territorio (Ministerio del Medio Ambiente, 2018)

Otro proyecto que se implementó es el ecosello o sello verde que busca identificar y diferenciar a las empresas que voluntariamente decidan certificarse, en el caso de Colombia se creó el sello Ambiental Colombiano hace más de una década, sin embargo, este por falta de la debida gestión y promoción quedó olvidado.

Existe además, otra iniciativa llamada Programa Posconsumo de Residuos que busca por medio de la responsabilidad extendida al productor establecer canales de devolución los cuales los consumidores puedan utilizar una vez hayan hecho provecho del producto, bajo este programa se encuentran bienes como plaguicidas, medicamentos, baterías, pilas y/o acumuladores, llantas, bombillas y computadores y/o periféricos esto debido al gran impacto que generan en caso de una eliminación errónea.

Pero, fuera del gobierno se han gestionado programas que buscan cultivar el principio básico de la economía circular, que es el reciclaje, por medio de asociaciones de recicladores y Pymes dedicadas a esto, un ejemplo es la iniciativa Regional para el Reciclaje Inclusivo (RRI), la cual se encuentra apoyada por empresas como Coca-Cola y Pepsico que busca fortalecer el sistema de Reciclaje no solo en Colombia sino en 15 países de América Latina.

Cempre Colombia, por otro lado, es una asociación civil sin ánimo de lucro fundada en 2009 por nueve importantes empresas con presencia en Colombia, esta busca promover y consolidar prácticas de economía circular con el sector privado y público, esto por medio del aprovechamiento sostenible de residuos sólidos.

Solo por citar otra organización tenemos a Socya, fundación que busca integrar el sector público y privado, para generar transformaciones sostenibles, atendiendo los retos sociales y ambientales del país. “Acompañamos el diseño e implementación de políticas, planes y programas en materia de residuos, a través de estrategias que faciliten a la sociedad crecer la base recicladora del país, así como identificar proyectos innovadores para la valoración de nuevos residuos” (Socya, 2018)

Por último, solo queda decir que la actividad del reciclaje según (Castro, 2014) constituía para el 2013 casi 14000 personas dedicadas a esta labor, lo que podría indicar que en la actualidad tal cifra es mucho mayor, recalcando la importancia de esta actividad a nivel de empleabilidad, como para el bienestar intrínseco que tiene en la comunidad.

El gobierno Colombiano debe implementar políticas que beneficien y castiguen las practicas relacionadas con la gestión de los residuos, solo de esta forma las empresas

comenzarán a adoptar modelos de economía circular que sean más innovadores y no solo se respalden en el reciclaje por parte de terceros.

Colombia ha dado algunos pasos dispersos hacia procesos productivos que retoman aspectos de la economía circular. Algunos lo hace por convicción, en que resulta ser un negocio redondo. Otros lo asumen por obligación de las normativas ambientales, no obstante, el Gobierno tiene una tarea pendiente en términos de señalar mejores estímulos al sector productivo: premiar la eficiencia energética y uso de fuentes alternativas con exenciones tributarias; y que pague más el que contamine más. Esto ayudaría a que la economía circular sea negocio redondo para Colombia, como ya es en países desarrollados. (ROJAS, 2015)

En el siguiente apartado se presentarán una serie de actividades que muestran la diversidad de medidas que el sector empresarial de Colombia puede desarrollar además, de leyes o normas que el gobierno puede empezar a ejercer.

2.4 Modelos, Estrategias, Políticas utilizadas en EC

Aunque a nivel nacional o regional no se encuentre tan desarrollado el modelo circular, existen muchas opciones traídas en su mayoría de Europa que pueden ser comenzadas a implementar, algunas dirigidas al gobierno, otras al sector empresarial y otras que necesitan de la colaboración de ambas partes para su correcto desarrollo. La tabla 2 presenta algunas de las opciones con su descripción.

Antes de todo es necesario tener claro que las estrategias, modelos, metodologías que se encuentran a continuación no son necesariamente efectivas para todas las organizaciones, esto depende de las características (capacidad financiera, tamaño, cultura, sector en el que se desenvuelva) de la propia empresa, por lo cual esta debe encontrar la que mejor le convenga, al igual que el gobierno debe implementar políticas que se enfoquen, por ejemplo, en una industria y no generalizar pues depende de este modelar el ambiente propicio.

Tabla 2

Principales métodos de Economía Circular

Nombre	Tipo	Descripción
Cradle to cradle	Iniciativa propia de la organización	<p>Everything is food (Waste=food), considera que todo el material involucrado en los procesos industriales y comerciales son nutrientes. Los componentes del producto pueden diseñarse para una recuperación y reutilización continuas como nutrientes biológicos y técnicos dentro de otros procesos.</p>
		<p>Para este enfoque se debe diseñar los productos y materiales con ciclos de vida que sean seguros para la salud humana y el medio ambiente y que puedan reutilizarse perpetuamente a través de metabolismos biológicos y técnicos.</p> <p>Crear y participar en sistemas para recopilar y recuperar el valor de estos materiales después de su uso.</p> <p>Maximizar el uso de energías renovables. Gestionar el uso del agua para maximizar la calidad, promover ecosistemas saludables y respetar los impactos locales.</p>
Building products to last	Iniciativa propia de la organización	<p>Utilizan la modularidad para simplificar los productos y recuperar, restaurar y revender productos a los consumidores. Sus principios son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Construir para durar: productos muy duraderos para los clientes que están dispuestos a comprar dichos productos. • Restaurar: restaure los productos usados a su estado original dirigido a clientes sensibles al precio. • Recuperar / canjear / recomprar al mercado: recoja bienes de segunda mano para intercambiar o revender (también llamado "ReCommerce"). • Actualizar: agregue nuevas funciones, funcionalidad o moda. En lugar de reemplazar el producto principal, los clientes objetivo que están más interesados en consumir

	<p>contenido, funciones y estilo en lugar de los productos en sí mismos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recargar: reemplace una función que se agota más rápidamente que el producto en sí, como el empaque recargable. • Reparar: repare un producto que está roto y haga clic en clientes que tengan un interés limitado en reemplazar un artículo.
<p>Selling goods as services / Product-as-a-Service (PaaS)</p> <p>Iniciativa propia de la organización</p>	<p>La característica principal de este modelo es que el desempeño asume un papel más importante que la propiedad.</p> <p>Esto consiste en que el productor del artículo mantiene la propiedad de tal, simplemente lo “renta” por el periodo de tiempo que requiera el usuario, el productor se encarga de producir rendimiento, vender rendimiento y mantener el rendimiento. De esta manera se asegura que la obsolescencia programada no entre en la producción del artículo, disminuyendo los insumos puesto que se necesitaran menos bienes para satisfacer la demanda.</p> <p>Maneras de implementar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pago por uso: los clientes compran la producción en lugar de un producto y pagan en función del uso (por ejemplo, millas recorridas, horas utilizadas, páginas impresas o datos transferidos). • Arrendamiento: los clientes compran derechos contractuales para usar un producto exclusivamente durante un período de tiempo más largo. • Alquiler: los clientes compran los derechos para usar un producto durante un corto período de tiempo, generalmente menos de 30 días.

		<ul style="list-style-type: none"> • Acuerdo de rendimiento: los clientes compran un servicio predefinido y un nivel de calidad, y las empresas se comprometen a garantizar un resultado específico.
Circular supply Chain	Iniciativa propia de la organización	<p>Impulsa el uso de insumos totalmente renovables, reciclables o biodegradables como sustitutos de los lineales. Las empresas pueden usar el modelo circular de la cadena de suministro de dos maneras: para producir para otros o para sus propias operaciones.(Ejemplo, Novozyme convierte el maíz, la soja, la caña de azúcar, el trigo y los desechos en productos tan diversos como el aceite de cocina, el alimento para peces, la electricidad, los plásticos y los detergentes).</p>
Recovery and recycling	Iniciativa propia de la organización	<p>Los residuos se reviven para otros usos; esto hace que el despilfarro ya no sea visto como un problema que debe abordarse, sino como un recurso que está completamente integrado en el modelo de negocio.</p> <p>Las cadenas de retorno de recursos transforman los residuos en valor a través del reciclaje y el “renacimiento”. Al usar nuevas tecnologías como Internet of Things (IoT) y materiales inteligentes y al operar una cadena de suministro de doble vía (es decir, trasladar productos a los clientes y luego recuperar bienes al final de su vida útil), las empresas pueden recuperar casi cualquier salida de recursos para un nivel que sea al menos equivalente a su inversión inicial.</p>
Sharing platform	Iniciativa propia de la organización	<p>Este modelo permite que múltiples clientes utilicen los mismos recursos, lo que reduce la demanda de nueva fabricación. Aunque compatible, la economía del intercambio se centra más en las relaciones humanas y se puede distinguir de la economía circular, que se centra más en las relaciones de producción y consumo.</p>

Ecodiseño	Iniciativa propia de la organización	<p>Metodología para el diseño de productos industriales en que el Medio ambiente es tenido en cuenta durante el proceso de desarrollo del producto como un factor adicional a los que tradicionalmente se utilizan para la toma de decisiones: diseño estético, coste, calidad etc.</p> <p>Entonces, se busca tomar acciones orientadas a la mejora ambiental del producto en la etapa inicial de diseño, mediante la mejora de la función, selección de materiales menos impactantes, aplicación de procesos alternativos, mejora en el transporte y en el uso, y minimización de los impactos en la etapa final de tratamiento.</p>
ISO 14001	Norma internacional que puede ser acogida por la empresa pero también puede servir de referente para el gobierno implantando leyes que sean de obligatorio cumplimiento	<p>Según las Normas Internacionales (2004) la ISO 14001 es una norma internacionalmente reconocida para la gestión ambiental, se basa en el enfoque Planificar-Hacer-Verificar- Actuar (PDCA): Planificar, se realiza una revisión medioambiental y se identifica que afectará a la organización. Luego se definen sus objetivos, metas y planes de acción para mejorar su desempeño medioambiental. Hacer, consiste en Implementar planes de acción de gestión ambiental. Verificar, en esta etapa se monitorea y se miden los procesos contra los objetivos de la organización y se realiza un informe de los resultados. Actuar. Se toman medidas para regular el desempeño ambiental.</p> <p>La certificación no es obligatoria pero si genera reconocimiento y confianza ante las buenas prácticas que la empresa realice.</p>
Eco Sellos / Sellos verdes	Política a implementar por	<p>Se trata de un conjunto de símbolos registrados y reconocidos que usualmente certifican ante la sociedad, que el producto cumple con una serie de requisitos y normas establecidas con miras a proteger el ambiente de</p>

	parte del Gobierno	una comunidad. Aquí se involucran los procesos por parte de los productores, los comercializadores y los consumidores.
Huella de Carbono	Certificación voluntaria/Herramienta de control por parte del gobierno	La huella de carbono es un certificado en el que miden las emisiones de dióxido de carbono (CO ₂) que se realizan en la cadena de producción de bienes, desde la obtención de materias primas hasta el tratamiento de desperdicios, pasando por la manufacturación y el transporte. Por tanto la huella de CO ₂ es la medida del impacto que provocan las actividades. la huella de carbono es una medida de la contribución al cambio climático de una empresa, una actividad, un servicio o un producto, por medio de la cuantificación de sus correspondientes emisiones de gases de efecto invernadero
Eco-parques Industriales	Política a implementar por parte del Gobierno	Esta estrategia busca la transformación de parques / zonas industriales existentes y el establecimiento de nuevos parques / zonas industriales orientados a la CE. Se requiere que los parques industriales atraigan o realicen actividades que cubran las brechas en las cadenas de valor industriales y faciliten el intercambio de las instalaciones de reciclaje proyectadas todo esto bajo los principios de la economía circular (diseño de residuos, construir resiliencia a través de la diversidad, uso de energías renovables, pensar en sistemas, pensar en cascadas)
Responsabilidad extendida al productor (EPR)	Política a implementar por parte del Gobierno	Las regulaciones de responsabilidad extendida del productor (EPR/Extended Producer Responsibility) requieren que los productores se organicen y paguen por el tratamiento y reciclaje de los desechos que surgen de sus productos al final de su vida útil.
Direct Digital Manufacturing		Es una manera de producción la cual se basa en un programa que diseña y produce un molde con el tamaño

(DDM) / 3D Printing	Iniciativa propia de la organización	preciso del producto que se desea vender, esto sin generar ningún tipo de desperdicio, es decir, se crea un modelo digital en 3D del producto, luego pasa a la producción en la computadora, la cual digitalmente divide tal diseño en una pila de capas delgadas, las imprime y luego las fusiona.
------------------------	--------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuentes:(Webster, 2017); (Esposito et al., 2018) (Nava & Abreu, 2015), (Mathews, Tan, & Hu, 2018) (Sáenz, 2007), Elaboración propia.

Entonces, implementar el modelo circular en las industrias no se basa en una única fórmula, todas y cada una de las estrategias mencionadas anteriormente están dentro de lo que es la economía circular, la diferencia radica en quien toma la iniciativa (gobierno, empresa, cliente) y cual se adapta mejor a las necesidades y capacidades de cada agente.

Cabe recalcar...

La adopción del modelo de economía circular requiere que las empresas inicien y desarrollen tecnología y modelos de negocio disruptivos que se basen en la longevidad, la capacidad de renovación, la reutilización, la reparación, la actualización, la restauración, la servitización, el intercambio de capacidades y la desmaterialización. Esto significa que deben tomar en cuenta la administración y el control de costos y también comenzar a centrarse en repensar los productos y servicios, así como las propuestas de los usuarios finales que aumentan la eficiencia, la eficacia y el rendimiento. Si bien se encuentran beneficios económicos estimados en la transición a una economía circular, los desafíos tanto para las empresas como para los formuladores de políticas son diversos; deben considerar cómo tratar con las partes interesadas que salen perdiendo en la economía circular y deben crear diseños organizativos que faciliten la adopción del modelo circular. (Esposito et al., 2018)

3. Marco Metodológico

La presente investigación según el análisis de la información será cualitativa, puesto pretende estudiar y comprender una realidad social, la fuente de la información es documental, pues son estudios de caso desarrollados en textos académicos.

Aunque se trate de una investigación cualitativa, resulta necesario dejar planteado ciertas premisas o hipótesis en aras de encaminar los estudios de caso, teniendo en cuenta a la vez las variables que servirán para dar respuesta a dichas premisas.

Premisas

1. Nuevas ideas de negocio y/u oportunidades de mejoras surgen de la mano con la implementación del modelo circular, creando ventajas competitivas y posicionamiento en la cadena global de valor.
2. El desarrollo de metodologías de economía circular permite a las organizaciones optimizar sus procesos productivos, de modo que se reducen los costos operacionales y de producción.
3. La economía circular permite sacar el máximo provecho a los insumos y/o recursos primarios que son transformados en productos, alargando su vida útil.
4. El desarrollo e implementación de procesos alternativos genera valor a la marca, diferenciándola, generando reputación positiva por parte del consumidor final.
5. La economía nacional y local se ve beneficiada gracias a la EC, primero por el aprovechamiento de los recursos limitados; segundo por la reducción de materiales contaminantes en el ambiente; tercero por la generación de empleo; y, por último, el desarrollo en innovación que puede atraer inversión Extranjera Directa (IED), traduciéndose en mayores niveles de competitividad frente a sus pares.

Variables

6. Barreras a la hora de implementar EC
7. Efectos posteriores a la implementación

Estas afirmaciones tentativas se pretenden corroborar por medio de 18 casos de estudio, número que se considera acorde teniendo en cuenta la cantidad limitada de estudios llevados a cabo bajo esta modalidad hasta la fecha, donde las técnicas de la EC se verán reflejadas a través de diferentes países, diferentes industrias y con diferentes características ya sean culturales, sociales, económicas o políticas.

4. Estudio de Casos

1. De parque industrial a parque eco-industrial:

Este estudio presentado por (Mathews, Tan, & Hu, 2018), muestra tres casos de China donde se desarrolló la iniciativa a tres niveles de escala diferentes, esto como solución a los problemas de ineficiencia y falta de productividad en los recursos.

Para contextualizar un poco acerca de un eco-parque y las herramientas que se utilizó en china tenemos:

... inducir a las empresas a establecer vínculos que les permitan utilizar los residuos de una empresa como recursos de otra, así como combinar sus recursos en flujos combinados de energía, agua / vapor y eliminación de residuos que pueden ser compartidos por numerosas empresas. Identificar y actuar en dichos bucles y vías comunes puede verse como un elemento fundamental inverso y que no tiene ninguna posibilidad de solución ante la ausencia de empresas que disfruten de relaciones empresariales y ejemplos de cooperación. Por lo tanto, planteamos la solución sistémica que se busca en China, comenzando con una introducción de formas innovadoras de gobierno de red que permiten a las empresas encontrar formas de cooperar y superar el comportamiento oportunista de las empresas que bloquea la

simbiosis industrial. El objetivo es eventualmente convertir los parques industriales existentes en parques ecoindustriales (EIP). (Mathews et al., 2018)

- El Parque Industrial Químico de Nanjing: La transformación eco-industrial a ciclo cerrado.

Para el año 2018 el parque contaba con más de 100 empresas con operaciones en dos cadenas de valor, una que involucra productos petroquímicos y otro que involucra productos de carbono. Certificado como un parque eco-industrial en el 2012 ha logrado “reducir la intensidad energética en un 50% entre 2010 y 2015, y logro una tasa de utilización del 90% para los residuos sólidos industriales. Para 2020, la intensidad de la energía se reducirá aún más en un 20%” (Mathews et al., 2018)

¿Cómo?, gestionando cadenas de suministro alternativas de cada empresa química de tal manera que los desechos de una empresa se convertían en insumos para otras, donde también se compartían recursos como el agua y la energía de modo que el malgasto de estos se redujeron al mínimo, por ejemplo:

El proyecto hace uso de los productos de benceno, propileno e hidrógeno de empresas ubicadas río arriba en el Parque, y para producir fenol y acetona como insumos principales para los fabricantes de policarbonato corriente abajo; De esta manera, el problema de tratar con desechos peligrosos se resuelve mientras se establecen nuevos negocios sobre la base de los resultados anteriores que ahora se convierten en insumos.(Mathews et al., 2018)

Es así, como la empresa Wison Clean Energy Co, que desarrolla productos a base de carbono en vez de lanzar sus residuos al aire o al agua ahora gracias a redes de tuberías compartidas y a las plantas de tratamiento, reutiliza sus desechos convirtiendo el CO₂ en insumo para la producción de bebidas y las cenizas en insumo para el cemento. Estos son ejemplos de la introducción de la circularidad en los flujos de materiales que antes eran lineales, lo que reduce el impacto general de los recursos y reduce los problemas de eliminación de desechos.

- El nuevo distrito de Suzhou: La transformación del sistema de producción CE.

En 2008 fue aprobado como uno de los tres primeros lugares de demostración de un parque eco-industrial en China, la escala de este parque ha crecido tanto que ya cuenta con 16.000 empresas en total, donde se ha logrado reducir en un 20% la demanda energética de las empresas a través de compartir recursos y flujos de energía, también las “emisiones de dióxido de azufre (SO₂) disminuyeron en un 47% y 38%, respectivamente, la tasa de utilización de los desechos sólidos industriales y la tasa de reciclaje del agua industrial alcanzaron el 95,6% y el 90,7% en 2010”(Mathews et al., 2018)

Entonces, las empresas de tecnología que utilizaban cobre virgen y luego lo desechaban ahora lo envían a otras empresas las cuales pueden crear otros circuitos tecnológicos, reduciendo la cantidad de suministros empleados por las compañías y el problema de eliminación de residuos.

El papel principal en todos estos procesos de ciclo cerrado se lo lleva la administración del parque, la cual se encarga de gestionar los enlaces entre las empresas a las cuales mejor convenga, realizando inversiones en busca de nuevas y mejores técnicas para el aprovechamiento de los recursos y en miras de atraer empresas e inversionistas, de tal modo que se pueda brindar un mayor apoyo institucional para impulsar y sostener las iniciativas de EC de las empresas basándose en formas de gobernanza y redes ya establecidas, buscando también reconocimiento nacional para lograr mayor financiamiento por parte del gobierno aumentando así, su impacto y sus resultados, básicamente el parque se convierte en un “conglomerado “que busca el beneficio de todas sus “subsidiarias”.

- La ciudad ecológica Sino-Singapur Tianjin: La transformación de integración a escala de ciudad ecológica.

Este es un ejemplo aún en construcción de cómo crear una pequeña ciudad donde se combina el desarrollo sostenible tanto a nivel industrial como residencial, los objetivos que se pretenden seguir están alineados bajo **indicadores clave de rendimiento (KPI)**, los cuales permiten medir los resultados a través de las diferentes etapas que se vayan desarrollando, algunos de estos indicadores son: “la generación de residuos domésticos debe ser inferior a 0,8 kg por persona, la tasa total de reciclaje de residuos debe superar el 60% , el 50% del suministro de agua se debe obtener mediante desalinización o reciclaje de agua”(Mathews et al., 2018)

Esta ciudad está atrayendo cada vez más a empresas que tengan entre sus planes implementar el modelo circular en su producción, esto trabajado a nivel colectivo con otras empresas donde exista valor compartido, no solo en la industria sino en todos los aspectos de la ciudad, buscan adoptar la circularidad como filosofía de vida (construcción, transporte, gobierno).

Las principales barreras que se logran divisar son:

Primero, la creación de una red de gobernanza eficaz que permita unir a diferentes compañías de modo que quieran cooperar con el establecimiento de un ecosistema que permita a las empresas independientes encontrar puntos en común y cooperar en la búsqueda de vínculos para la reutilización y el reciclaje de sus subproductos industriales; promoviendo a su vez innovaciones en los procesos para lograrlo.

También, se vuelven ineludible políticas de negocios por parte de los gobiernos que beneficie a las empresas que se decidan acoger a las soluciones de EC para la utilización de recursos y eliminación de desechos, como reducción de impuestos y tarifas para exportar o importar, o facilidad para la obtención de créditos bancarios.

Por otro lado, es necesario bajo esta metodología, trabajar en zonas industriales o también llamadas zonas francas, para laborar a gran escala encontrando las mejores soluciones en su conjunto.

Otra barrera de gran magnitud que se presenta en este caso y seguramente en todos los que se verán más adelante, es el cambio de mentalidad por parte de las organizaciones, necesario para reconocer la problemática y querer el cambio y para cambiar el diseño de la cadena de valor que se maneja logrando integrar estrategias como “closed loops”, definido como convertir las salidas de un proceso en insumos para otro, esto con instituciones, agencias, alianzas estratégicas o joint ventures.

2. Industria textil en Brasil:

La industria textil acapara un gran porcentaje de la producción nacional de cualquier país, sin embargo, la gran cantidad de agua y energía que en esta industria se implementa es un gran desafío que se debe tratar si se quiere hablar de un beneficio real. La recuperación y el reciclaje de los insumos textiles al final de su “vida útil” se vuelven factores indispensables no solo por lograr sostenibilidad en la industria sino también competitividad, aprovechando nuevas oportunidades en el mercado en lo que se refiere a la percepción de los consumidores hacia lo sostenible.

El desarrollo del modelo circular en la industria textil en Brasil se lleva a cabo en dos procesos productivos de las compañías. El primero lleva por nombre, proceso mecánico de reciclaje textil, aquí se busca por medio de máquinas trituradoras cortar y triturar pedazos de tela que se utilizaron anteriormente como la ropa, de modo que se conviertan en fibras y puedan volver a pasar por el proceso de hilado para producir nuevos productos como rellenos y geotextiles.

El otro proceso productivo se llama, proceso químico de reciclaje sintético de fibras, su producción se deriva del petróleo generando telas como el poliéster, acrílico, poliamida/nylon, polipropileno y elastano, muy comunes hoy en día para la elaboración de cualquier prenda si de costos bajos se trata. En este caso la reutilización de los residuos bajo la regeneración química se logró con el poliéster, la poliamida y el elastano, el procedimiento permitió crear nueva materia prima ya sea para otros elementos de la industria textil o para la creación de plásticos.

Existen tecnologías disponibles para las fibras químicas y artificiales, que pueden reciclarse repetidamente con poca degradación de sus características principales. Sin embargo, durante el proceso de reciclaje de tejidos de desperdicios de algodón (residuos post-industriales), el tamaño de las fibras se reduce y las características mecánicas cambian significativamente. Por lo tanto, otras fibras, vírgenes o recicladas, deben mezclarse para mejorar la calidad de las telas recicladas.(Amaral et al., 2018)

También, se destacan casos de emprendimiento donde a través de la reutilización de uniformes de hospitales, lo que se llama dotaciones y que se remplazan cada 18 meses, las empresas han logrado crear productos como bolsos y estuches, reduciendo así los costos de

mandar a los rellenos sanitarios y generando decenas de empleos, vendiéndose como una empresa que genera sostenibilidad y valores culturales por medio de sus productos ganando así, reputación y mercado.

Por último, este caso señala que de las 21 fábricas estudiadas todas dijeron ser aptas para recibir material reciclado de modo que se incorpore en su proceso productivo y su demanda por materia prima virgen se reduzca y de igual manera la cantidad de residuos que llegan a los rellenos sanitarios.

Las barreras en este sector se pueden describir como:

Falta de un plan supervisado ya sea por las empresas del mismo sector o por las autoridades gubernamentales, de modo tal que se planteen metas y objetivos y se haga seguimiento constante de estos.

También falta de conocimiento y promoción de medidas de EC, ya que de las casi 32.000 compañías que se encuentran en la industria textil de Brasil solo unas pocas decenas las saben y aplican.

El diseño de los productos, es otro limitante, puesto que se necesita pensar en estos a largo plazo, es decir, no solo en el producto inmediato que se está elaborando sino en los que vendrán una vez la vida útil se haya agotado, de modo que su descomposición sea fácil para poder convertir los insumos salientes en entrantes de otros bienes, de la forma más provechosa posible.

Además, los costos de logística en cuanto a transporte (llevar telas utilizadas a la fábrica para el reproceso), hacen que el reciclar se vuelva tan caro o inclusive más que adquirir la materia prima nueva, sin contar la ausencia de beneficios para aquellas compañías que deciden acoplar a sus procesos modelos sostenibles.

Por último, podría decirse que la falta de estándares y control para la correcta limpieza y separación de telas para ser reutilizadas hace que las empresas decidan importar los insumos en lugar de utilizar los desechos nacionales.

Para lograr el modelo de producción de economía circular, la industria textil necesita estrategias innovadoras para fortalecer la relación entre el cliente y el fabricante y

perpetuar las experiencias positivas con los consumidores para superar el desafío de crear sistemas de retorno para los residuos textiles post-industriales y post-consumo, teniendo en cuenta las especificidades geográficas, fiscales y logísticas de la realidad brasileña. Para persuadir un cambio sistémico en el modelo actual de producción textil es necesario generar conexiones sólidas, educar e involucrar a la sociedad para construir una visión conjunta de economía sostenible y creativa con fines financieros, sociales y ambientales. (Amaral et al., 2018)

3. Implementando el marco BECE (backcasting and eco-design for the circular economy):

Este enfoque busca utilizar dos herramientas, Backcasting y el eco-diseño “la primera ayuda a establecer objetivos a largo plazo e identificar pasos prácticos para lograrlos y la segunda permite la realización de los objetivos para el rendimiento del producto y servicio” (Mendoza, Sharmina, Gallego-Schmid, Heyes, & Azapagic, 2017). Entonces, mientras que el backcasting tiene como objetivo identificar estrategias para el negocio en su conjunto, el diseño ecológico está más centrado en abordar aspectos específicos del desarrollo de productos.

BECE consiste en 10 pasos, los cuales fueron puestos a prueba por medio de un workshop desarrollado con expertos en el tema de la sostenibilidad y bajo el supuesto de una empresa retail de productos no alimenticios.

- Primer paso: *Construir una visión global*, consiste en definir las aspiraciones que tiene la empresa basado en las preocupaciones actuales que esta presenta, identificando al mismo tiempo los factores y las barreras que se pueden presentar para llegar a tal visión, en el caso se planteó "minimizar la extracción de recursos y la generación de desechos de productos no alimentarios y cadenas de suministro para el año 2025, sin empeorar otras cargas ambientales e impactos asociados".
- Segundo paso: En *Analizar impulsores y restricciones* se llevó a cabo la identificación de aquello que podría facilitar o interponerse en la transición a la visión establecida,

los expertos sacaron a la luz barreras como el costo de la implementación de un modelo sostenible, ya que implica un rediseño completo del modelo de negocio, además de establecer relaciones positivas con todos los stakeholders puesto que cada uno tiene interés propios y pérdida de cuota del mercado si los clientes no se educan en temas como por ejemplo economía circular, de tal manera que la implementación de este modelo por parte de la empresa genere valor agregado al cliente. Por otro lado, se expusieron conductores que pueden llegar a superar los desafíos antes mencionados como, mejorar las relaciones a lo largo de la cadena de suministro en virtud de mejorar la cooperación entre las partes, también implementar políticas de economía circular en el corto plazo les asegura que en el largo plazo en caso de que se vuelva un requisito gubernamental obligatorio tengan una ventaja absoluta sobre la competencia, “actuar pronto ayuda a desarrollar e implementar los sistemas necesarios y le brinda a la empresa la oportunidad de convertirse en el líder del mercado”(Mendoza et al., 2017)

- Tercer paso: *Anadir detalles a la visión*, al futuro deseable que antes se había planteado se le agregaron los principales actores que iban a interactuar, en este caso, competidores, clientes, proveedores y estado de la economía y “partir de esto, se les pidió a los participantes que pensarán en un escenario ideal que estuviera libre de restricciones y barreras, para lograr la visión general”(Mendoza et al., 2017)
- Cuarto y Quinto paso: En *caracterizar la cartera de productos y seleccionar productos para la evaluación*, se debe escoger uno o varios productos que representen un alto valor agregado o un gran volumen de mercado para la empresa, y que le sea fácil la aplicación de la economía circular, los expertos escogieron las aspiradoras, por motivos como la facilidad de desmontaje, modularidad, contenido reciclado y reciclabilidad, se estudió el diseño de estas y se llegó a la conclusión de que entre más estandarizado estén los componentes de la aspiradora y exista homogeneidad en sus materiales más fácil será poder repararla, reciclarla, reutilizarla o refabricarla, otros elementos podrían reducirse en tamaño, como algunos accesorios o carcasas, esto podría contribuir a ahorrar más de 400 gramos de materiales, reducir el uso de recursos y el gasto contribuyendo así a la visión empresarial global. La diferencia

entre el "desempeño actual del producto" y el "potencial de mejora" radica en cómo se desenvuelvan estos dos pasos.

- Sexto y Séptimo paso: *Proponer y evaluar alternativas de diseño de productos y cadenas de suministro*, aquí las alternativas de diseño ecológico se etiquetaron como "menos factibles" (a largo plazo), "factibles" (a mediano plazo), "altamente factibles" (a corto plazo). Posteriormente, las alternativas de diseño ecológico factibles se clasificaron según la prioridad de implementación: "bajo", "medio" o "alto".
- Octavo paso: *Diseñar escenarios y planes de acción*, con base en los anteriores pasos se establecieron escenarios en diferentes ítems como Regenerar, donde se propuso usar bioplásticos para el 2025; Compartir con iniciativas como extender la garantía, Optimizar donde comprar de acuerdo a las necesidades en el presente se presentó como un plan de acción, en cuanto al Bucle se planteó aumentar el contenido reciclado, esto son solo una de las pocas alternativas de mejora que se plantearon en determinados periodos de tiempo. Estas acciones están dirigidas a responder a los desafíos identificados en el paso 5 para construir un modelo de negocio de CE.
- Noveno paso: Una vez que se han definido los escenarios y los planes de acción, incluyendo la cadena de suministro potencial y las oportunidades y limitaciones, este paso busca evaluar su factibilidad y consistencia mediante simulación, pruebas de prueba y / o creación de prototipos.
- Decimo paso: El conjunto más prometedor de alternativas, escenarios y planes de acción debe implementarse en toda la empresa para maximizar el rendimiento. Para facilitar esto, se pueden crear planes de trabajo con hechos específicos, con una revisión periódica de los resultados de los diferentes mapas de ruta, basados en el uso de indicadores de rendimiento adecuados, ayudando a identificar las mejoras.

En el caso no se realizaron los dos últimos pasos puesto que se trataba de un taller piloto, pero se dejó claro que la metodología de implementación es efectiva para aquellas empresas que en verdad estén interesadas en adoptar el modelo circular y recibir consigo los beneficios que este genera.

Las barreras que se detectaron fueron:

Primero, la capacidad de entendimiento de que es un proceso que se debe llevar a cabo no solo por los productores y su estrategia de planeación o por los consumidores y sus hábitos de consumo, sino por toda la cadena de suministro, por la gestión adecuada de los stakeholders y la eficiencia operativa.

Para lograr una transición efectiva hacia un modelo circular es necesario constante innovación en los procesos, las herramientas de ecodiseño y backcasting solo serán de utilidad bajo un ecosistema dinámico de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I). Estas barreras fuera de las anteriormente detectadas en el paso 2 de la metodología BECE.

4. Sistema de Alimentos:

El crecimiento exponencial de la población mundial trae consigo consumo exponencial de alimentos, esto no sería un problema si la forma de producir, consumir y desechar esta comida se hiciera de manera responsable; en la actualidad se vuelve necesario practicar métodos de economía circular encaminados a disminuir el desperdicio de alimentos, ya sea previa o posterior a su consumo.

El enfoque de la EC hacia la gestión de los alimentos se puede traer como “...reducir la cantidad de desechos generados en el sistema alimentario, la reutilización de los alimentos, la utilización de productos y desperdicios de alimentos y el reciclaje de nutrientes.”(Jurgilevich et al., 2016).

Aplicando el modelo circular en tres etapas del sistema de alimentos a través de experimentos:

- La producción de alimentos, reducir la cantidad de comida que se desperdicia en esta etapa se puede lograr a través de ciertos procesos y actores. Empezando con el abono; la recuperación de los nutrientes de la comida que se desecha, contribuye a ahorrar recursos, no solo económicos sino también naturales. También, la reutilización del fósforo, los seres humanos comen gran cantidad de alimentos con este componente, pero gran porcentaje de este simplemente se vuelve materia fecal, este nutriente se

puede convertir en fertilizante natural para la producción de nuevos alimentos en la agricultura a través del tratamiento de las agua residuales. Otro proceso es una cadena de suministro más corta y directa, es decir, entre el agricultor y el consumidor final, donde los beneficios incluyen la reducción del empaque, la mejora de la frescura, la transparencia del producto y el desarrollo de relaciones interpersonales positivas.

- Por otro lado, el consumo de alimentos viene dado por los patrones de vida que cada sociedad tiene, los estereotipos, creencias y hábitos que las personas tienen definen su actuar. El primer paso para la transición es la educación, un cambio en cuanto a percepción se vuelve necesario, porque un alimento con aspecto “feo” no significa que está dañado, las verduras no son para las vacas, la carne al ser proteína no es necesariamente buena y la vida no es tan corta como para vivir solo el hoy si pensamos en las generaciones futuras.

Pero solo educar no es suficiente, crear un entorno es igualmente importante, donde los supermercados, los servicios de alimentos como los restaurantes y las instituciones públicas y reguladoras como el ministerio de salud conviertan a la alimentación en un tema de vanguardia. Por ejemplo: implantar en los colegios lo que en Finlandia se llama “vegetarian day”, educando desde pequeños a los niños impactando así su posterior consumo a medida que van creciendo; otra iniciativa es “less but better”, haciendo referencia a la carne; o también campañas donde se busca recolectar alimentos que los supermercados están a punto de botar porque se creen dañados pero no lo están y donárselos a quienes no tienen para comprar.

- Terminando con la gestión de residuos y excedentes de alimentos, esto más que una etapa se convierte en la columna vertebral de la EC, la gestión hace que en la primera etapa la prevención sea la regla de oro y en la segunda etapa sea la reutilización. En este punto el desperdicio de alimentos se divide entre evitables e inevitables y con base en esto se trabaja. Por ejemplo: Los animales producen estiércol y bacterias, que se pueden utilizar para producir biogás, que también puede ser producido por los residuos de alimentos; por otro lado, la prohibición en los supermercados para

deshacerse del desperdicio de alimentos (como el caso de Francia, donde los supermercados están obligados a pasar el desperdicio de alimentos a organizaciones benéficas en lugar de botarlos).

Muchos son los beneficios que esta industria puede presentar y brindar, sin embargo también existen restricciones, las más destacadas para este caso son: una infraestructura y tecnología (nivel interno de la organización) y logística (a nivel nacional) apta para soportar la transición de manera más eficiente; competencias y practicas ciudadanas; puntos de vista holístico; capacidad de resiliencia por parte de los productores pues al inicio de las operaciones en cuanto al cambio los resultados pueden ser de bajo rendimiento. Este caso se basó en experimentos a nivel micro y para el aprendizaje y la mejora de estos se requiere un trabajo dedicado y una transferencia sistemática de las lecciones aprendidas

5. Empresa química de fósforo:

Los resultados presentados en esta empresa no solamente pueden ser extendidos a empresas con el mismo Core de negocios sino también a toda la industria química. China parece ser un país pionero en el desarrollo del modelo circular en sus industrias pero más que por voluntad es por obligación puesto que su población y sus recursos están dejando ver su falta de correlación.

La roca de fosforo (PR), es un recurso no renovable que para el caso únicamente de China se espera que dentro de 50 ya se haya extraído en su totalidad, por lo que la evaluación eficiente, el reciclaje y la recuperación de fósforo constituyen el eje principal a tratar. En este caso el grupo Wengfu empresa química líder basada en el fosforo demostró como los problemas de escasez de recursos, contaminación ambiental, desperdicios de recursos y baja eficiencia de los mismos pueden ser mitigados y hasta eliminados completamente.

Se desarrolló un modelo cuantitativo con base en data de la compañía, como por ejemplo, que del 100% del fosforo que usan como materia prima solo el 80% termina siendo utilizado; porcentaje de recuperación y/o reciclaje; toneladas métricas de producción; entre otros; esta información soportada en herramientas aplicadas a lo largo de la producción permitió la

obtención exitosa de resultados. Herramientas como el Análisis de flujo de sustancias (SFA) y el Análisis de flujo de materias (MFA) son usados para cuantificar y calcular el metabolismo de los elementos o los materiales, también los indicadores de economía, ecoeficiencia, eficiencia de los recursos y de ecodiseño se vuelven indispensables para la correcta medición y control de los cambios y avances; todo esto sin mencionar el constante desarrollo y actualización de los sistemas técnicos y tecnológicos.

Indicadores utilizados:

- Relación de eficiencia de recursos = beneficio de la economía/cantidad de utilización de PR
- Uso de elementos o índice de eficiencia de reciclaje = cantidad de elementos en los productos / cantidad total que ingresa el sistema
- Relación de ecoeficiencia = beneficio económico / cantidad de emisiones contaminantes

Entonces, para mostrar los resultados se hizo un estudio de cuatro escenarios empezando con un escenario actual de status quo y avanzando progresivamente por medio de la implementación de las herramientas previamente mencionadas; en cuanto al beneficio económico se estimó que mientras en el escenario status quo el beneficio estaría por encima de los US\$200 en el escenario cuarto estaría por encima de los \$700. Por el lado de la eficiencia de los recursos: utilizando la formula antes mostrada se demostró que mientras en los primeros dos escenarios la eficiencia rondaba alrededor de 40%, en los último escenarios esta cifra ya estaba por encima del 90%; por último, en cuanto a la ecoeficiencia aunque se demostró que aumento de 66.7% a un 613% , hubieron emisiones que no se pudieron mitigar del todo como las emisiones de ácido fluorhídrico anhidro (HF) y otras secundarias derivadas de las emisiones de fosforo de yeso (PG), resaltando que estas PG si se eliminaron todas.

La implementación de este tipo de herramientas puede presentar ciertas barreras a la hora de la implementación como por ejemplo: consultoría de expertos; integración y actualización tecnológica; y acoplamiento a lo largo de la cadena de suministro.

6. Industria del Cuero:

Mejorar la imagen de una industria que de por sí ya es reconocida por la huella negativa que deja en el medio ambiente es difícil, pero lo es más en un país como Bangladesh que se destaca al parecer por poner la sostenibilidad ambiental en el último renglón. Es difícil culpar al país por su aparente falta de interés en cuidar el medio ambiente cuando la industria del cuero y textil juegan un rol significativo para su economía, donde al ser un país en vía de desarrollo la IED no es fácil de conseguir y la que llega busca precisamente eso, regulaciones “que dejen trabajar”.

Esta es una realidad que se quiere cambiar, impulsada ya sea por las presiones de los consumidores, de los inversores o del mismo gobierno que están buscando modelos más sostenibles como la economía circular y la logística inversa.

El caso utiliza una herramienta llamada Graph Theory and Matrix Approach (GTMA), como un método para la toma de decisiones, los teoremas y algoritmos permiten representar las propiedades de comportamiento de un sistema. En resumidas cuentas, este modelo permite cuantificar de manera sencilla los conductores de la manufactura sostenible en la industria del cuero. Los pasos de la herramienta se pueden visualizar en la Figura 1.

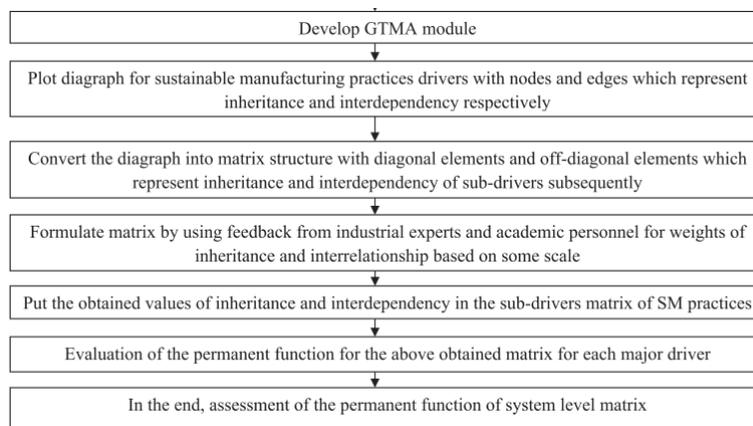


Figura 1: Marco de investigación propuesto.(Moktadir, Rahman, Rahman, Ali, & Paul, 2018).

El caso se desarrolló dentro de dos compañías de la industria del cuero con la ayuda y supervisión de cuatro expertos en el campo, tres de ellos de la industria y uno de la academia, esto con base en reunir esfuerzos de todas las áreas para descubrir que factores son más útiles a la hora de adoptar un Modelo Sostenible de Manufactura (MSM).

En cuanto a los resultados: se arrojó que con base en el conocimiento, las empresas de gran escala son más aptas para adoptar MSM; en cuanto a la consciencia por parte del consumidor es más factible que a las compañías grandes les beneficie más; del mismo modo, el liderazgo y compromiso de la administración está más desarrollada y mejor gestionado en las empresas grandes que las pequeñas aunque la diferencia no es significativa; y por último y a diferencia, en cuanto al apoyo del gobierno y la legislación, este suele beneficiar más a las empresas pequeñas que a las grandes, esto debido a que las compañías de cuero de pequeña escala necesitan más apoyo del gobierno para la adopción de prácticas de fabricación sostenibles. Al no tener capital suficiente, las compañías de cuero a pequeña escala pueden ser los principales beneficiarios si el gobierno brinda apoyo financiero. Del mismo modo, la legislación puede dar más fuerza a la adopción de prácticas de fabricación sostenibles en las compañías de cuero a pequeña escala en comparación con las compañías de cuero a gran escala en el contexto de Bangladesh.

Las barreras que se pueden vislumbrar para esta industria son “...obstáculos técnicos y económicos, falta de conocimiento sobre la economía circular e insuficiente apoyo gubernamental” (Moktadir et al., 2018), para dejarlo más claro, cuando hablamos de falta de conocimiento se hace énfasis no solo en las capacidades y saberes de los gerentes a la hora de aplicar estas prácticas sino también la falta de ejemplos a seguir en los países en vía de desarrollo, es difícil seguir los lineamientos de empresas que han logrado el éxito en la transición cuando el contexto nacional en el que se presenta es totalmente distinto, la barrera de conocimiento también involucra a los empleados, es decir, la toma de decisiones que solo toman los más altos mandos sin involucrar a toda su fuerza laboral simplemente no tendrán éxito, se necesita de integridad de la información para que todos puedan apuntar a un mismo objetivo y sea más fácil su alcance, sin contar que los empleados pueden ser conductores hacia mejores prácticas, las mejores ideas pueden salir de las personas menos esperadas. Además, también se trata de informar y con esto involucrar a todos los agentes de toda la

cadena de suministro y a todos los stakeholders de la industria en cuestión y uno de estos stakeholders son los consumidores, pilar vital para el cambio.

7. Empresas de tecnología orientadas a servicios:

Las compañías que trabajan en el mundo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se vuelven relevantes para la transición al cambio en el sentido que juegan un rol de intermediarios entre las compañías manufactureras y el consumidor final, entonces resulta importante exponer como el modelo circular puede ser implementado en el sector de servicios; En este caso implementando el modelo Backcasting and Eco-design for the Circular Economy (BECE), previamente expuesto bajo una empresa retail, demostrando así, su utilidad también para el sector de servicios; junto con el modelo Canvas y la herramienta ReSOLVE.

La importancia de este sector también radica en que "...los servicios empresariales representan aproximadamente 1.000 millones de toneladas de insumos anuales de materia prima en la Unión Europea (UE), lo que representa más del doble del consumo total de recursos de este sector hace 20 años."(Heyes, Sharmina, Mendoza, Gallego-Schmid, & Azapagic, 2018), es decir, que el problema de los recursos limitados no solo le concierne a las empresas de manufactura, sino a las empresas tecnológicas también, traduciéndose esta cantidad de recursos al final de su vida útil en basura, o mejor dicho para el caso, e-waste; Esto sin mencionar la energía que esta industria consume y la cantidad de gases de efecto invernadero que emiten al ambiente, por esto es que se debe empezar a adoptar planes que integren todos los sectores económicos.

Las barreras para la implementación de un sistema circular, en esta como en las demás industrias son en resumidas cuentas, una cultura no cooperativa hacia problemas ambientales, barreras financieras, apoyo gubernamental limitado, carga administrativa, falta de información y habilidades técnicas, y poco apoyo de la red de oferta y demanda, como lo menciona Rizos et al, en su paper *The circular Economy: Barriers and opportunities os SMEs*.

Para recordar brevemente, el modelo BECE combina la planificación estratégica de negocios y las herramientas operativas del ecodiseño, explorando la viabilidad y las implicaciones de lograr lo que se podría llamar un futuro deseado teniendo en cuenta consideraciones ambientales en el diseño de los productos y/o servicios. En cuanto a la herramienta ReSOLVE, esta consiste en seis acciones: Regenerate, Share, Optimise, Loop, Virtualise, and Exchange, cada una representa una oportunidad para la implementación de la EC.

La empresa seleccionada opera en Reino Unido, sus servicios se basan incluyen la instalación de sistemas informáticos, acceso a servidores seguros, reparación, mantenimiento y asistencia general, acceso a correo electrónico, respaldo de datos, seguridad y diseño y alojamiento de sitios web, según lo menciona el caso. Entonces, el desarrollo del caso se llevó a lo largo de dos talleres cada uno de tres horas con el Gerente General y el Director General. Con el fin de sintetizar la etapa de recolección de información y análisis de los talleres se presenta la siguiente imagen:

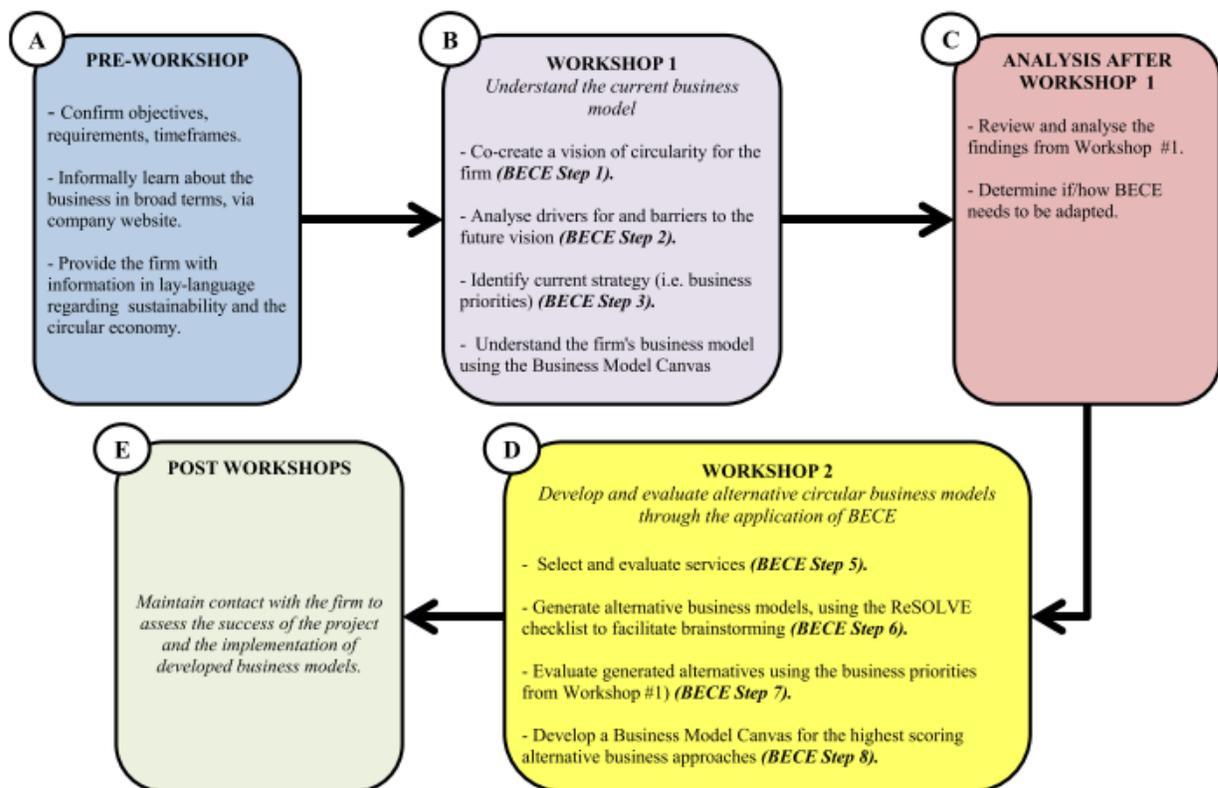


Figura 2: La aplicación de BECE con la firma focal en los dos talleres. (Heyes et al., 2018).

A considerar: la visión de la compañía en el marco BECE se definió como “proporcionar servicios rentables de cero desperdicios y emisiones cero a nuestros clientes para el 2025”. Las barreras identificadas fueron: Demanda desconocida; Dificultad para influir en los proveedores; Altos costos financieros e inversiones; Riesgo de innovación radical y Riesgo de baja rentabilidad en los nuevos sistemas. Las prioridades del negocio se definieron como: satisfacción del consumidor, rentabilidad y una buena relación con los proveedores. Por otro lado, se crearon 20 acciones alineadas a los principios de EC, de las cuales se seleccionaron cinco al ser más realizables, los cuales son: 1) Proporcionar productos físicos en función del costo por uso, es decir, como un servicio; 2) Monitoreo y análisis de datos entre clientes para brindar un mejor soporte para mejorar la eficiencia energética. 3) Comprometerse con los proveedores de los productos para reducir el empaque del producto. 4) Implementación de sistemas de gestión de devolución de productos y envío a remanufactura. 5) Usar una cámara web remota para resolver problemas a distancia y reducir los viajes en vehículo.

Estas cinco acciones fueron evaluadas y calificadas teniendo como base de criterio las prioridades del negocio, es así como la acción número dos y cinco obtuvieron la calificación más alta, ya que reducen las demandas de energía del cliente, reduciendo así el consumo de recursos naturales y los impactos ambientales asociados con la generación de electricidad y reducir el kilometraje del vehículo (y el consumo de combustible).

Con base en estos resultados se utilizó el modelo Canvas en ambos casos para determinar cómo sería su implementación y posible resultado, para el caso de la acción dos se llegó a la conclusión que el monitoreo de datos puede cambiar los patrones de usuario para maximizar el rendimiento del producto, extendiendo así el ciclo de uso de un activo, sin embargo, requeriría que la compañía compre equipos de monitoreo y adquiera mayor dominio en su uso y en el análisis de los datos. En cambio la acción cinco sería la más fácil de implementar, ya que podría hacerse con los dispositivos existentes (teléfonos móviles con cámara). Y en efecto, una vez pasado un periodo de tiempo la micro empresa de tecnología reporto la implementación y el éxito de la quinta acción.

A manera de destacar, la empresa escogió estas dos acciones por encima de las demás debido a que eran las menos disruptivas, es decir, la aversión al riesgo que aún tiene los

empresarios es enorme y es una barrera que se tiene que empezar a tratar, por otro lado, en cuanto a barreras, el paper recalca que la falta de conocimiento sobre lo que es EC y sus beneficios es un problema generalizado entre las industrias pero que una vez superado esto, las compañías por voluntad se tienden a ir acogiendo a sus principios.

8. Acuicultura en los cruceros:

El termino acuicultura hace referencia al cultivo de peces y de plantas en aguas dulces o saladas, dependiendo del ser vivo a criar; se podría llegar a creer que estos cultivos podrían llegar a disminuir la pesca en altamar pero no siempre resulta así, ya que para alimentar a tales peces en ocasiones se va a necesitar de otros que al final de cuentas se van a terminar pescando.

Por otro lado, en cuanto a los cruceros, estos son lugares soñados por gran parte de la población mundial, donde se busca descansar, no tener preocupaciones de ningún tipo, simplemente disfrutar, es así como La Asociación Internacional de Líneas de Cruceros (CLIA) estimó que para el 2018 fueron 28 millones de personas alrededor del mundo las que eligieron esta opción para pasar sus vacaciones, el significado de esta cifra puede abarcar infinidad de áreas, sin embargo, para el caso tratado, y teniendo en cuenta que un crucero estándar tiene capacidad para 4000 personas y que este genera cada día cerca de 1000 toneladas de residuos (OCEANA, 2004), llega a significar anualmente millones de toneladas de desechos, entre estos comida; donde su disposición se lleva a cabo cuando llegan a tierra o es mandado al fondo del mar, sin tratamiento alguno, cualquiera de las dos opciones se traduce en altas impactos ambientales.

Entonces, el caso busca a través de la herramienta Evaluación del Ciclo de Vida (Life Cycle Assessment (LCA)) que determina los efectos de un sistema de producción en el ambiente a lo largo de su supply chain, buscar soluciones más sostenibles, esto en cuanto a la demanda de energía y la obtención de insumos. Un ejemplo de esto es la utilización de los residuos de la agricultura o del excremento de las gallinas como alimento para los peces y para este caso sería la utilización de los residuos de comida que sale de los cruceros como alimento para la acuicultura.

El estudio utiliza tres indicadores que hacen referencia a tres problemas del medio ambiente, por un lado está el indicador de potencial del calentamiento global (GWP) que busca medir el impacto del cambio climático; el indicador de demanda de energía acumulativa no renovables (NRED) haciendo hincapié en el consumo de recursos energéticos no renovables y; el índice de escasez de agua (WSI) refiriéndose al consumo de agua dulce. Todo esto haciendo una comparación entre Reino Unido, Noruega y un crucero, entre el sistema tradicional y el modelo circular de la producción de alimento para peces.

Para la prueba se utilizó un crucero con itinerario al mar mediterráneo, con capacidad de 3780 pasajeros, donde se producen más de 1700 m³ de residuos de alimentos en un año, lo que representa alrededor del 22% del total de residuos producidos a bordo. En este se instaló una tecnología de termo secado donde se extrae la humedad de los residuos alimenticios y posteriormente se muelen de manera que sea más fácil su conservación, almacenamiento y manejo del producto final; esto haciendo referencia al modelo circular. En cuanto a la manera tradicional de hacer alimento para los peces se estudia el caso de Reino Unido y Noruega donde se hace una combinación entre productos derivado de la agricultura y derivados de la pesca, resaltando el hecho de que para la obtención de cada insumo de estos derivados hubo antes una enorme cantidad de utilización de energía, agua y otras materias primas.

Los resultados arrojados señalan que el modelo tradicional es el que peor resultado arroja en cuanto a los indicadores seleccionados y mencionados anteriormente, específicamente el modelo de Reino Unido suele un impacto negativo mayor en lo referente a la demanda de energía no renovable junto con la huella de carbono y Noruega tiene un mayor impacto en cuanto a la escasez de agua.

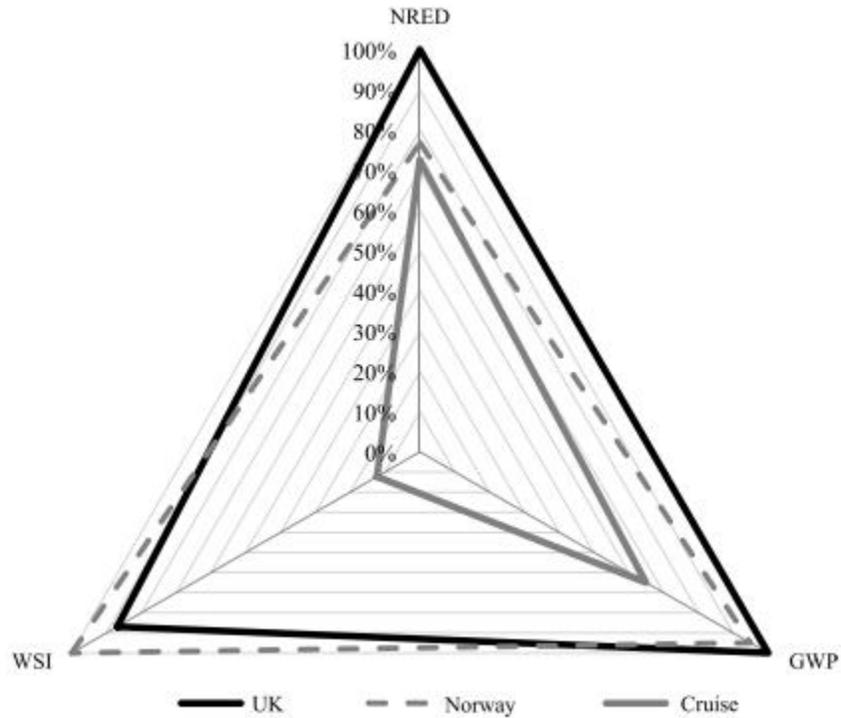


Figura 3: Resultados LCIA: distancia al peor de los casos (por tonelada de proteínas); (Strazza, Magrassi, Gallo, & Del Borghi, 2015).

Según la Figura 3, el 100% significa el peor impacto registrado en cualquiera de los tres lugares estudiados y los ejes son los indicadores elegidos; en cualquiera de estos tres indicadores se recalca que la metodología utilizada en el crucero es la más eficiente, existiendo grandes brechas como en el caso del índice de escasez de agua entre el crucero y Noruega, como pequeñas como en el caso del indicador de demanda de energía no renovable ya que el crucero exige un mayor uso de energía proveniente de fuentes fósiles para el funcionamiento del turbo-secador.

La aplicación de la tecnología de turbo-secado a bordo de cruceros para la transformación y valorización del desperdicio de alimentos, cuyas grandes cantidades están disponibles no solo en el área del Mediterráneo, investigada en el caso, sino también a escala global, podría llegar a tener resultados muy prometedores, ya que con solo 50 barcos con la misma tasa de producción del estudio de caso investigado se podrían satisfacer el 10% de la demanda anual de cultivo de salmón en el Reino Unido.

El inconveniente más notable al utilizar estos residuos alimenticios de los cruceros sería que no suelen tener la misma cantidad proteínica que normalmente tiene el alimento para peces estándar, aproximadamente es 30% menor, sin embargo, al colocar en una balanza este problema junto con los beneficios que se obtienen, sigue siendo mejor optar por la producción alternativa del alimento.

Una barrera notable para la adopción de esta opción circular, aparte de las más notables y ya recaladas anteriormente en otros casos como: falta de conocimiento, aversión al riesgo, falta de acompañamiento y normativa por parte del gobierno y hasta una alta inversión inicial, podría ser que resulta necesario hacer más pruebas sanitarias y fitosanitarias en pro de salvaguardar la salud de los animales y de las personas, además de buscar nuevos insumos para la producción de estos alimentos como lo podrían ser las algas.

9. Materiales alternativos en la industria de la construcción:

Para el 2050 la ONU estima que la población mundial será de 9.600 millones de habitantes donde el 70% de estas estarán concentradas en las ciudades, esto para la industria de la construcción podría ser prometedor y hasta soñado, sin embargo, en un mundo de recursos limitados estas cifras solo preocupan. Es así como, que de los residuos que el tratamiento de agua deja, conocido como Fango, se planea reutilizarlos para crear ladrillos, azulejos, material para cemento, mortero y sustituto de la arena; teniendo en cuenta que “la cantidad de lodos de aguas residuales generada por la Región del Mar Báltico en 2020 aumentará en un 14,4% (en comparación con 2010). Este aumento se incrementará en un 100% en Letonia, 82.3% en Polonia, 40% en Bielorrusia y 11.1% en Rusia”(Smol, Kulczycka, Henclik, Gorazda, & Wzorek, 2015), esta nueva forma de obtención de recursos resulta ser beneficiosa para todos.

Una manera tradicional de deshacerse de este fango es la incineración convirtiéndolo en cenizas para luego depositarlo en los vertederos o depositarlo en el océano, sin embargo, esta técnica ahora más que nunca se encuentra muy restrictiva ya que se ha demostrado que la cantidad de partículas de metales pesados son demasiado perjudiciales para el ambiente, se

intentó utilizar como abono para la tierra pero la cantidad que se puede utilizar es menor a la que se genera, por lo cual se requería de nuevos usos en otras industrias. Es así, como se consideró las cenizas de lodo de aguas residuales, en inglés Sewage sludge ash (SSA), como una opción para la producción de materiales de construcción como:

- Producción de cemento: por sus similares componentes se ha demostrado que una sustitución de SSA hasta del 30% por cemento es óptima, demostrando más resistencia a largo plazo además de ser más económico y aumentando el rendimiento.
- Producción de ladrillos: diferentes tipos de ladrillos como: ladrillos enteros, ladrillos de comprobación, ladrillos perforados y ladrillos de aire ranurados pueden ser fabricados con SSA, esto en una proporción del 10% al 20 %, demostrando mayor resistencia a la compresión, mayor densidad específica, menor absorción de agua y menor contracción.
- Producción de cerámica y vidrio: la SSA al ser un polvo fino puede incorporarse directamente a las pastas cerámicas, casi sin tratamiento inicial y teniendo en cuenta que uno de sus componentes principales es el silicato se adapta perfectamente a las necesidades y requerimientos de la cerámica. En cuanto a la producción de vidrio fue un poco más complicado su adopción, ya que su resistencia y densidad no se acoplan a los estándares.
- Construcciones viales: las investigaciones han demostrado que la introducción de las cenizas en la construcción del pavimento es factible y no causa riesgos ambientales por elución de metales pesados, sin embargo debe llevarse a cabo bajo control estricto para mantener parámetros específicos, como la resistencia a la lixiviación, la resistencia a las heladas y la permeabilidad.

Las principales barreras de esta alternativa se encuentra que son las numerosas pruebas que aún faltan por hacer y que se deben hacer a las cenizas de modo que se consideren aptas como insumo para la elaboración de materiales de construcción, esto en cuanto a resistencia y composición.

10. Colaboración a través de la cadena de suministro:

Trabajar hacia un propósito como individuos puede ser difícil pero cuando se trabaja en conjunto tal propósito se vuelve más alcanzable y esto lo sabe China, al implementar cada vez más clústers con el fin de encontrar nuevas formas de combatir el problema de los recursos escasos y la contaminación, es decir, trayendo un balance entre el rendimiento económico y ambiental.

En este caso se va a hablar de cooperación en la cadena de suministro orientada al medio ambiente en inglés environmental-oriented supply chain cooperation (ESCC), teniendo en cuenta que ahora más que nunca la carrera de la competitividad se va a basar en la gestión de la cadena de suministro en cuanto a costos, ventajas en el servicio o producto ofrecido y la productividad, es así como “ESCC se implementa para reducir el consumo de material, agua y energía a través de toda la cadena de suministro, cooperando con proveedores y clientes.”(Zhu, Geng, & Lai, 2010); y en específico las actividades que se deben desenvolver son:

Estas prácticas incluyen la compra verde (GP) en el lado de entrada y la cooperación con el cliente (CC) con preocupación ambiental en el lado de salida, lo que refleja la importancia de la cooperación en la cadena de suministro para preservar el medio ambiente y las innovaciones ecológicas en forma de tecnología, organización e innovaciones operativas.(Zhu et al., 2010)

El desarrollo del caso de estudio se llevó a cabo de manera estadística con un cuestionario de por medio en donde con base en la literatura y los comentarios de expertos se realizaron preguntas en cuento a la economía circular y una cadena de suministro ambiental, utilizando como muestra a más de 300 compañías de las siguientes industrias manufactureras: química, petroquímica, electrónica, automovilística y mecánica; estas por ser altamente reconocidas por su alto consumo de recursos, producción de residuos y oportunidades de implementar prácticas ambientales.

Los datos arrojados les permitieron dividir a las empresas cuestionadas en cuatro clúster dependiendo de su nivel de avance en cuanto a prácticas sostenibles para así determinar si existe una correlación positiva entre estas prácticas circulares y la ESCC. Los

resultados arrojaron que en efecto, el nivel de avance que actualmente tenían las compañías en cuanto a prácticas generales de economía circular se veía altamente reflejado en su cadena de suministro y que su productividad era mayor en comparación con las empresas con bajos niveles de EC y ESCC.

Poder tener una muestra tan representativa se logró en parte gracias a la legislación; las leyes que en los últimos años China ha lanzado ha servido ya sea para obligar o para incentivar a las organizaciones a repensar su manera de hacer negocios, colocando la carta del medio ambiente en primer plano; sin embargo, esto constituye la principal barrera para un país y un gobierno como el de Colombia, donde tal pensar aún no se encuentra tan relevante y el Ministerio de Ambiente dista de querer tomar cartas en el asunto ya sea por incompetencia o impotencia.

Necesario rescatar que posterior a este estudio muchas empresas tanto de China como de otras partes del mundo han comenzado a hacer benchmarking de sus operaciones con la de las empresas líderes y pioneras en EC de cada industria.

11. Turismo acuático más sostenible:

Holanda es reconocida a nivel mundial por su calidad de vida, su cultura, su economía pero también, en los últimos años está siendo foco de atención por sus regulaciones ambientales. En este caso se trae a colación uno de sus fuertes turísticos como lo son sus reconocidos canales, las oportunidades de negocios que de esta atracción son muchas, sin embargo, se necesita de control para que tal atracción no se convierta en un foco de contaminación. Para esto se trabaja bajo dos modelos de medición; el enfoque de sistemas de servicio de productos sostenibles y el enfoque de Ecocostos / relación de valor (EVR). Para tener claro que son el eco-costos:

Es una medida para expresar la cantidad de carga ambiental de un producto sobre la base de la prevención de esa carga: los costos que deben hacerse para reducir la contaminación ambiental y el agotamiento de materiales en nuestro mundo a un nivel que esté en línea con el transporte. Capacidad de nuestra tierra (el 'nivel sin efecto').

Los costos ecológicos deben considerarse como obligaciones ocultas, también denominadas "costos externos" en la economía ambiental. (Scheepens, Vogtländer, & Brezet, 2016)

Entonces, el primer modelo se centra en las nuevas ideas de negocio que satisfacen las necesidades funcionales del cliente de manera innovadora al agregar servicios a los productos y el segundo se basa en la evaluación del ciclo de vida (LCA), este enfoque integral se desarrolla para analizar la sostenibilidad de los productos, los servicios y sus modelos de negocios, teniendo en cuenta también la carga ecológica y el valor de mercado de un sistema.

Es así como se busca que en la provincia de Friesland del país holandés la cantidad de turistas aumente pero no se correlacione con la contaminación no solo en los canales, sino también en los lagos y humedales. En los últimos 10 años el modelo de negocio ha consistido en alquilar botes para las familias, lo que se quiere es aumentar la percepción de valor y disminuir la contaminación causada por estos turistas. Entre las acciones tomadas por los residentes están: restricción a ciertas áreas de más cuidado e incentivar y subsidiar el uso de botes híbridos, eléctricos y con paneles solares. Donde en caso de necesitar energía eléctrica por parte de estos botes esta se pueda suministrar por medio del parque eólico, reduciendo así el eco-costos.

Los resultados arrojaron que los botes de diésel comparados con los híbridos o eléctricos en efecto tienen mayor impacto tanto en eco-costos como en huella de carbono, siendo de € 206.01 y € 87.44 respectivamente en cuanto al eco-costos y; 584.49 y 244.81 en cuanto a la emisión de CO₂. Es por esto que implementar políticas para la utilización de yates ecoamigables se hizo necesaria, aunque al inicio esto se reflejó en una disminución de turistas bastó con una estrategia de comunicación y marketing que concientizara a las personas, soportado a la vez en una extensión de áreas naturales protegidas, generando así sensación de exclusividad en los turistas que accedían.

Sin embargo, para generar valor añadido se desarrolló un sistema de navegación el cual sirve para informar a los turistas sobre rutas, parques naturales, apertura de puentes, horarios, reportes de la marina, entre otros. Logrando con esto que el turista disfrute y optimice su estadía de modo que quiera volver y recomiende el destino turístico con sus conocidos.

Una de las principales barreras de un modelo de negocio basado en servicios ecoamigables es la percepción de valor que el cliente tiene de este, la propuesta solo tendrá éxito y será acogida en la medida que los clientes la vean buena, útil y necesaria y para esto, en un sentido ambiental se requiere de una cultura y legislación ya previamente establecida, una que valore este tipo de iniciativas.

Otro problema a considerar cuando se habla de ofrecer un servicio en lugar de un producto en aras de disminuir residuos es que cuando este servicio busca ser promocionado por un bajo precio al impacto en el ambiente será aún peor, esto por el efecto rebote, es decir, lo que una persona se ahorra por un medio va a buscar gastárselo por otro, entonces se busca que aquellas iniciativas ecoamigables mantengan un bajo costo para el ambiente pero se ofrezca a un alto precio soportado en la percepción de valor del consumidor.

Por otro lado, se requiere de ingenieros de diseño capaces de crear valor añadido a los productos y servicios basado en la ecoeficiencia y más aún, que el consumidor final reconozca y aprecie tal valor.

12. Industria del acero y el metal en China:

Este caso de estudio se toma una de las compañías privadas más grandes de China, esta es Wu'an Iron and Steel Group (WISG); Por medio de un sistema de evaluación que permite medir el rendimiento bajo un modelo circular llamado circular economy efficiency composite index (CEEI) en aras de identificar a cabalidad la reducción de contaminación, reutilización de gases y de dióxido de azufre.

La importancia de que esta industria acoja el modelo circular radica en que es una de las más importantes de China y la cantidad de industrias que dependen de esta también es considerable, entonces cuando las empresas manufactureras empiezan a implementar un sistema operacional más sostenible se producirá un efecto domino que hará que las demás industrias empiecen la transición.

Cuatro indicadores son utilizados para medir el desempeño de la empresa, el primer indicador refleja el nivel de equipo utilizado; el segundo indicador es el nivel de utilización integral de materiales; el tercer indicador representa el nivel de emisiones contaminantes y el cuarto refleja el nivel de consumo del recurso agua dulce. Dos de estos indicadores se correlaciona negativamente con el rendimiento de la economía circular y los otros dos se correlacionan negativamente.

En cuanto a los resultados, la reutilización de gases como el de Coque pudo haber sido más eficiente, esto frente a una evaluación de gestión entre los años 2007 y 2010, otro tipo de gas (gas converter) fue manejado de una manera más óptima, convirtiéndose en energía y combustible para otros procesos en la empresa; en cuanto a Converter slag este fue separado para poder aprovechar mejor sus propiedades sin embargo, se necesita de más investigación para descubrir que otros usos se le puede dar; las emisiones de S02 se vieron reducidas pero no al nivel que se esperaba esto se pudo deber a uso inadecuado de las nuevas tecnologías o las dificultades inherentes al proceso de reutilización. Para 2010, el consumo de agua dulce se había reducido considerablemente y se estaba acercando a los niveles avanzados en China. Mientras que el 100% de todo el gas de alto horno se estaba reciclando y reutilizando en la generación de energía o como combustible, y el slag de alto horno se reutilizaba en la industria del cemento.

De lo anterior se puede decir que de la estructuración de las compañías también depende el éxito en la transición hacia la EC, en este caso, trabajar a pequeña escala detenía o hacia más difícil la búsqueda de resultados positivos, se tuvieron que deshacer de todas las maquinas pequeñas cuya capacidad no superaba cierto valor, esto se basaba en un política de discontinuar la maquinaria obsoleta apoyada por subsidios estatales.

Previamente había mencionado la importancia de la legislación para que la apropiación de este tipo de modelos de producción fuera más rápida sin embargo, otra barrera que surge para las agencias de protección ambiental consiste en el conocimiento, antes de querer imponer un nuevo modelo de operación en una industria o empresa las autoridades tienen y deben saber del asunto, de lo contrario solo sería una utopía sin oportunidad alguna de convertirse en realidad, solo de esta forma se puede tomar decisiones informadas sobre las políticas públicas que se deben desarrollar.

13. Uso de materiales en la industria Textil holandesa:

Este caso se centra en la importancia de las instituciones públicas para moldear y/o transformar la manera de producción de las organizaciones privadas, pues al final estas terminan decidiendo la forma en que todos los stakeholders se comunican y colaboran.

La industria textil a nivel mundial representa el 5% del problema de las basuras, con insumos como el algodón y el poliéster siendo los más producidos y los más depositados; empeorando cada día más por el ya conocido concepto fast fashion, problemas no solo ambientales sino también sociales que se derivan de esto pues baja calidad se debe al bajo costo lo que proviene a su vez de bajos salarios pagados a la mano de obra de países en vía de desarrollo.

El vacío institucional en cuanto a establecer estándares y regulaciones que pueden sostener y facilitar las relaciones entre las firmas es la causa del porque la EC ni siquiera es mencionado en países en vía de desarrollo, teniendo en cuenta esta tendencia el caso busca cambiar la perspectiva de la situación comenzando cambiar primero a nivel micro, es decir, pequeñas acciones entre las empresas para impulsar y presionar así a las autoridades para que tomen cartas en el asunto o mejor aún, se creen nuevas organizaciones que busquen específicamente implementar la EC.

Las empresas estudiadas se categorizaban dentro de dos grupos, por un lado estaba las firmas con ánimo de lucro que utilizaban la EC para optimizar sus procesos y por el otro lado están también las compañías que buscan beneficio pero al mismo tiempo quieren crear redes de apoyo entre las mismas empresas, es decir, son promotoras de la EC, buscando acelerar su transición.

El grupo de empresas como un todo desarrollan tres estrategias de negocios diferentes, una por un lado se acogen al modelo de producto como servicio, es decir, por ejemplo la ropa en vez de venderla la alquilan; otro consiste en reciclar los materiales textiles una vez se dejen de utilizar, de modo que sirven como materia prima para otros procesos en otras fábricas y la última estrategia es implementar toda una cadena de suministro circular en la

cual se promueva un mecanismo de coordinación. Importante mencionar que una situación estratégica útil para todos los modelos de negocio mencionados son los contratos, los acuerdos que se pueden y deben crear con el ánimo de crear consorcios o acuerdos asociativos entre diferentes partes.

Una barrera encontrada en estas empresas es la dificultad de encontrar financiación, al ser innovaciones o prototipos de negocios los bancos tienden a negar la ayuda económica debido al alto riesgo, trancando el desarrollo de forma abrupta.

Dos caminos encontrados para el cambio institucional hacia uno más inmerso en la colaboración circular son mostrados en el caso, una explicación breve se presenta a continuación:

...los acuerdos de statu quo (SQ) se centran en la optimización de las tecnologías de ciclo ascendente y la infraestructura utilizando las reglas existentes y alineándolas con la forma actual en que se organizan las cadenas de valor. SQ emerge predominantemente en la dinámica de coordinación contractual y de cadena de las colaboraciones relacionadas con la recolección de textiles post-consumo. El acuerdo de producto como servicio (PAS), en su lugar, se centra en proporcionar productos como contratos de servicio. Son mecanismos de auto-cumplimiento. Las dos vías se caracterizan por reglas diferentes cuando se trata de organizar colaboraciones entre firmas de flujos de materiales circulares. (Fischer & Pascucci, 2017)

Con esta categorización se recalcan las necesidades de cada tipo, como lo arrojan los resultados la coordinación de la cadena, para SQ esto se basa en involucrar a los consumidores en el proceso de recolección de textiles post-consumo y para PAS esto se basa en que los consumidores se conviertan en usuarios de un servicio en lugar de dueños de un producto. Para SQ los contratos relacionales a largo plazo son mejores y para PAS son los Contratos de servicios relacionales y en cuanto a los mecanismos de financiación para SQ el modelo estándar de financiación estándar del mercado le es útil en cambio para PAS se tiene que buscar nuevos modelos de financiación que le permita avanzar y no estancarse.

14. Parque de fabricación de papel en China:

China es uno de los países con la industria del papel más grande del mundo, esto se puede ver reflejado en números como: “el número de empresas de fabricación de papel en China fue de 7158, el número de plantas de fabricación de celulosa fue de 61, las plantas de fabricación de papel 2903, las plantas de fabricación de productos de papel 4194. En 2013, la producción de papel, pulpa y productos de papel fue de 87,66, 12,67, 37,94 millones de toneladas respectivamente” (Li & Ma, 2015). La integración de la economía circular en esta industria se vuelve relevante por su alta demanda de recursos naturales como madera, agua y energía, sin mencionar que su producción contamina el agua y el aire de forma severa.

El gobierno chino dentro de sus planes de desarrollo tiene planeado implementar la EC en 11 industrias clave dentro de la cual se encuentra la industria del papel, tomando como prueba piloto un parque industrial llamado Guangdong Silver Island Lake (GSIL). Este parque más que una transformación vivió una creación, es decir, se creó desde cero bajo los principios de la economía circular, como waste is food y utilizar energía renovable.

El objetivo específico era crear un suministro integral de energía en el parque para obtener calor, energía y aprovisionamiento de frío centralizados, así como lograr reciclaje de energía; Construir plantas de tratamiento de agua industrial centralizada y de tratamiento de aguas residuales para reciclar el agua; Construir un sistema centralizado de tratamiento de residuos sólidos para reciclar materiales, esto por medio de la recolección, reciclaje y reutilización de los productos una vez los consumidores hayan dispuesto de estos y ya desean desecharlos y también por medio de la reutilización del carbón y el fango utilizado como energía térmica, creando material para construcción.

Los resultados arrojados 10 años después de la creación del parque de papel arrojan que: en cuanto a energía, el ahorro de esta equivalió a 104.000 toneladas de carbón por año; reduciendo las emisiones de SO₂ en 1750 toneladas; reduciendo de igual manera el costo de la generación de vapor en un 50%, la tierra ocupada y la inversión requerida para iniciar un proyecto. Por otro lado, la forma de distribución de energía en las empresas que estaban dentro del parque no se realizaba de manera directa por la planta de energía, se necesitaba de intermediarios, al realizar el cambio y disponer de la energía de manera directa se encontró que si la capacidad de energía final consumida por el parque de fabricación de papel es de

aproximadamente 1100 MW, el modo de suministro de energía directo podía ahorrar hasta 880 millones de KW de electricidad cada año. La electricidad ahorrada se puede convertir en aproximadamente 308,000 toneladas de carbón estándar, lo que equivale a aproximadamente 5000 toneladas de reducción de emisiones de SO₂. Por lo tanto, la fuente de alimentación directa en el parque de fabricación de papel GSIL tiene un gran beneficio de ahorro de energía y reducción de emisiones.

Con respecto al agua, se agruparon dos categorías de empresas, las primeras requerían de agua 100% limpia y las segundas podían disponer del agua residual de las primeras, es así como se redujo la utilización de agua dulce virgen en un 1.9×10^7 m³ y la demanda de oxígeno químico (COD) se redujo en 1500 toneladas por año. Por lo tanto, los recursos hídricos son ahorrados y protegidos por medio de un sistema de bombeo de agua integrado, uso de agua por etapas y el adecuado tratamiento de las aguas residuales.

Sobre los materiales sólidos, la gestión integrada de la cadena de suministro verde hizo que se lograra reciclar 2.1 millones de toneladas de papel de desecho cada año, ahorrando así aproximadamente 9 millones de m³ de madera. Las empresas que generaban alrededor de 200.000 toneladas de papel podían reciclar de estas 80.000 toneladas por medio de otros procesos productivos para la creación de derivados de papel, minimizando así el impacto ambiental al requerir menos insumos de primera mano.

Comparando el parque GSIL con otros de China se encontró que utiliza 1.18 toneladas de carbón estándar anualmente, más bajo que el promedio de 2.8 toneladas de la industria de fabricación de papel en China. El consumo de energía por tonelada de productos de papel es de 0.24 toneladas de carbón estándar, que es inferior al objetivo de la industria de fabricación de papel de China de 0.53 toneladas. Estos dos indicadores indican que el indicador de consumo de energía de GSIL Papermaking Park es más avanzado que el de China debido a la utilización de energía a través de la cadena de economía circular. También muestra que la tasa de utilización de agua industrial es 91.16%, cifra que es más alta que el promedio del país (80.3%).

Por último, las principales barreras halladas en este caso para que en Colombia pueda ser usado como modelo a seguir es la falta de legislación e interés gubernamental, lo que trae consigo la falta de planeación y pronósticos de la economía circular dentro del plan nacional

de desarrollo de este país. Se necesita primero tener voluntad para adquirir conocimiento y por medio del conocimiento se genera confianza y fe sobre la utilidad y efectividad del modelo circular lo que se traduce finalmente en acciones concretas y resultados exitosos.

15. Gestionando los residuos en la industria del plástico:

A pesar de la creciente consciencia sobre el problema de los plásticos tanto en la tierra como en los océanos aún estamos lejos de dejar de prescindir de este material, querido y aceptado por muchos por su resistencia, seguridad, maleabilidad y adaptabilidad. Según datos de la asociación empresarial europea del sector plástico, en 2014 la producción mundial de plásticos fue de 311 millones de toneladas, donde solo en Europa se produce el 20% y de esto el 30% termina en los vertederos, quizás no suene tan alarmante la cifra, pero es importante aclarar que Europa es una de las economías que más trabajan sobre el concepto de economía circular sino es la primera, los demás países no están ni cerca a esta tasa de reciclaje.

Este caso busca desarrollar un indicador que encaje de manera adecuada al sector de los plásticos reciclados, basándose en la calidad técnica del flujo de residuos plásticos y evaluando a su vez el consumo de recursos utilizando el método Cumulative Exergy Extraction from the Natural Environment (CEENE). Enfocándose en dos tratamientos de los residuos de plástico, uno encaminado hacia los plásticos post-consumo, es decir, los generados en su mayoría por los hogares y los residuos post-industriales o también llamados pre-consumo que son aquellos que se generan durante la fase de fabricación.

Para esto se basa el indicador en el ISO 14044 donde se clasifican dos categorías de reciclaje, una llamada closed-loop que se refiere a un material de un producto que se recicla en el mismo sistema de producción y open-loop se refiere a un material de un sistema de producción que se recicla en un sistema de producción diferente. Sin embargo, se le agrega un aspecto relevante, la calidad. A continuación se presenta en detalle la clasificación:

Si el plástico es de alta calidad, puede sustituir el material original virgen en una proporción de 1: 1 (reciclaje en circuito cerrado, opción I). Si la calidad es menor,

hay dos posibilidades: (1) el material reciclado aún puede sustituir al material virgen original, pero no en una proporción de 1: 1, ya que se debe agregar material virgen adicional para cumplir con los mismos requisitos de calidad (semi Reciclaje en circuito cerrado, opción II); (2) el plástico reciclado solo se puede utilizar en aplicaciones de baja calidad, en las que sustituye diferentes tipos de materiales (reciclaje en circuito abierto, opción III). En el peor de los casos, si la calidad es extremadamente baja, los residuos solo pueden incinerarse para la recuperación de energía (incineración, opción IV). (Huysman, Schaepmeester, Ragaert, Dewulf, & De Meester, 2017).

El indicador en si trabajado en esta caso es ‘circular economy performance indicator’ (CPI); este toma el beneficio actual obtenido, es decir, la opción de tratamiento de residuos actualmente aplicada sobre por el beneficio ideal de acuerdo a la calidad, es decir, el beneficio de la opción de tratamiento de residuos que debería aplicarse, teniendo en cuenta las anteriores opciones de reciclaje y que la opción 1 sería la mejor y la 4 la menos favorable.

Según los investigadores, un bueno modelo circular arrojaría un CPI igual a 1 significando que el proceso de reciclaje aplicado actualmente tiene una cantidad insignificante de pérdida e impacto. Valores inferiores ya significan falencias y puntos a trabajar.

El caso se desenvuelve en una empresa de plásticos de pre-consumo localizada en Bélgica, Esta empresa se enfoca en la producción de empaques, centrando la atención en los plástico PE en el departamento de extrusión, es esta empresa los residuos dejados consisten en un 25% plástico puro (Flujo 1) y un 75% de plástico con residuos químicos (Flujo 2); Los residuos puros son transportados a una empresa en Inglaterra la cual produce a su vez empaques de productos, el otro 75% se lleva a otra empresa de Bélgica la cual produce bolsas de basura. Esto debido también a que el CPI para los primeros residuos es igual a 1 lo que lo hace digo de convertirse en sustitutos de materias primas, por otro lado, el restante de residuos que está contaminado arrojo un IPC de 0.87 colocando estos residuos dentro la opción 2, es decir, se necesita de la combinación entre insumos vírgenes y reciclados para la creación de nuevos productos.

Como resultado final, el primer flujo de residuos obtuvo un rendimiento en cuanto a EC de 94.1% pero, en cuanto al segundo flujo, este demostró resultados sorprendentes, con un resultado de 98.3% de rendimiento, acercándose casi exactamente a las practicas ideales de Economía Circular, en parte porque los productos finales producidos por este flujo no requerían casi de material virgen, solo este material reciclado.

Una de las barreras que este caso expone es sobre conocimiento, se hace necesario medir los avances de manera adecuada, detallada y específica, y para esto se necesita que los indicadores se desarrollen e implementen de manera correcta, pues para controlar se necesita medir y un indicador genérico o fuera de contexto solo haría creer que las cosas andan mal o no daría las indicaciones correctas para seguir con un proceso de mejora continua.

Otro problema a la hora de reciclar este tipo de materiales es la calidad, se suele pensar que como son insumos de segunda mano, los estándares de calidad pueden quedarse lo más bajo posible, pero si la calidad es mala, su valor final también lo será; Reflejando con esto los problemas que actualmente se ven en el mercado como baja demanda y desconfianza.

16. Ahorro de recursos en las curtiembres:

China nos da otro caso de economía circular, esta vez en la industria del cuero, señalada mundialmente por su impacto en el medio ambiente pues su proceso de curtido requiere de una cantidad considerable de agua, sin mencionar la carga sólida, líquida y gaseosa contaminante que se arroja al ambiente como el pelo, la sangre, carne, estiércol, la sal de cromo, cal, sulfuros, ácidos minerales, tintes, solventes, dióxido de azufre, entre otros.

Para dimensionar un poco el impacto se tiene que “Estadísticamente, la capacidad del cuero mundial es de aproximadamente 1.5×10^{10} kg de pieles y cueros por año. La descarga de aguas residuales es de aproximadamente $1,5 \times 10^{10}$ kg por día. La generación de residuos sólidos es de 6×10^9 kg al año.” (Rajamani et al., 2009).

La empresa Dongming Bright Cattle Co. Ltd en la region de Hebei, China, ha sido un caso exitoso de como la economía circular ha ayudado al correcto gestionamiento de las

aguas residuales, residuos sólidos, sulfuro, demanda química de oxígeno (DQO), sal de amonio, cloruro y cromo a través de una serie de procedimientos explicados a continuación.

Empezando con las aguas residuales, se necesita de tecnología avanzada y/o adecuada para optimizar la cantidad de agua utilizada, una relación apropiada es la acción mecánica entre la carga, la velocidad del tambor y la proporción de flotación; llegando a ahorrar más de 1×10^3 kg de agua dulce. Por otro lado, se necesita de un sistema de recolección de aguas residuales fijado en la máquina que desarrolle el trabajo final de manera que se haga un correcto manejo y tratamiento.

Por el lado de las sales, en el proceso de curtido este insumo es de vital importancia para la preservación de las pieles, del total de sal aplicado aproximadamente un 50% va a parar en las aguas residuales; el plan alternativo aquí es un poco más básico, consistiendo en la disminución del insumo reemplazándolo con biosidas biodegradables, disminuyendo en promedio un 75% la demanda biológica de oxígeno; un 28% la demanda química de oxígeno y un 98% el cloro.

La reducción de sulfuro y DQO, el sulfuro se utiliza en el proceso de curtido para eliminar de manera completa el vello y la epidermis del cuero, para reducir su uso existen procedimientos artesanales que se pueden llevar a cabo durante la vida del animal, que buscan cuidar sus pieles a través del cuidado capilar y tinturas de modo que el crecimiento de pelo sea el menor posible.

Para reducir el cromo, sustancia altamente peligrosa para la salud humana y la vida animal, se emplea la reutilización del insumo a través de múltiples procesos, es decir, una vez realizado el primer proceso en el cual se necesita de cromo, los residuos de este se pueden coagular y luego disolver en el siguiente proceso; También se recomienda el uso del cromo en polvo en lugar del líquido ya que mejora la tasa de fijación y rendimiento.

En cuanto al problema de los residuos sólidos una de las formas para tratarlos es, por ejemplo, utilizar la carne extraída para obtener grasa (biodiesel) y piensos (comida para otros animales), el cabello se podría usar para hacer cepillos y reguladores de suelo, los residuos de lodo como fertilizante y los residuos que contengan cromo pueden servir como materia prima para la fabricación de baldosas cerámicas.

En cuanto a los resultados, una vez aplicados estas mejoras entre otras más pequeñas se arrojó que Dongming Bright Cattle Co. Ltd ahorra 1×10^5 kg de agua dulce y 1.5×10^5 KW de energía eléctrica, disminuye 1.3×10^6 kg de aguas residuales anualmente y, según se informa, Dongming ahorra 23.5×10^4 kg de sulfuro de sodio y 8.4×10^5 kg de cal por año. Adicionalmente, se reciclan 6×10^5 kg de residuos de piel y carne, ahorrando con esto en promedio 3.5 millones de yuanes.

Las barreras de este caso no distan de las ya mencionadas, la necesidad de modelos de negocio, estrategias y planes sostenibles son necesarios para las organizaciones, industrias y sectores impulsadas por los entes gubernamentales y también por la iniciativa de las mismas corporaciones privadas son la clave para la transición, también con el apoyo de instituciones no gubernamentales, corporaciones, asociaciones y hasta agremiaciones, solo falta querer.

17. Problemas identificados en la industria textil Europea para lograr la transición hacia EC:

Esta industria según (EURATEX, 2017) ocupa un 37% del total de la actividad industrial de Europa, desplegándose de esta muchos sectores, empleado en promedio 1.7 millones de personas. Los problemas más notables de esta industria vienen relacionados con: el uso, tratamiento y disposición del agua; el uso de químicos para sus procedimientos; la poca reutilización de sus productos finales y todo lo relacionado a los derechos humanos y laborales.

Para el caso se estudiaron ocho empresas textiles de diferentes países europeos (Austria, Suiza, Alemania, Italia) certificadas en procesos y productos cradle to cradle, es decir, a nivel micro. El objetivo es determinar los factores que obstaculizan las capacidades de las empresas para la transición y como la dinámica de estos afectan los sistemas de producción de las organizaciones.

La metodología fue cualitativa y se realizaron entrevistas con miembros de cada una de las corporaciones de modo que se cuestionaron temas como diseño, fabricación, comercialización y recuperación de los productos.

Entonces, uno de los factores antes mencionados, que hacen difícil trabajar con un modelo circular es la no posibilidad de combinar materiales, es decir, el número de alternativas sostenibles para la composición y creación de productos es muy limitada, se necesita de tiempos más largos para poder estudiar el desarrollo, por ejemplo, de una prenda de vestir, ya que se tiene que pensar en los componentes de la tela, proceso para producir la prenda, accesorios adicionales, entre otros; Aspecto que el mercado no tiene muy en cuenta y que perjudica a la empresa.

Por otro lado, está la estructura de los productos, es decir, cuando un empresa decide trabajar con productos reciclados se hace difícil en ocasiones separar las partes que lo componen, situación que surge cuando no se tiene en cuenta lo descrito anteriormente, se necesita de un pensamiento basado en el ecodiseño, de modo que sea más factible la utilización de los materiales de segunda.

Otro aspecto que estas empresas deben tener en cuenta es que la apariencia y funcionalidad no pueden pasar a un segundo plano, en esto consiste toda estrategia de negocio, entonces resulta difícil crear un balance entre algo que es útil, se ve bien pero también es ecoamigable, es todo un reto y también es la causa porque muchas empresas no deciden hacer la transición.

La cadena de suministro, por otro lado, es esencial para el logro de la EC, según lo reporto UpholCo, una de las compañías estudiadas, esto representa el 50% de su perdurabilidad y éxito en el mercado; la cadena de suministro debe consistir en relaciones colaborativas, tanto con el cliente final, como con el proveedor y más aun con el minorista. Para lograr esto, las empresas estudiadas necesitaron de un objetivo común, una misma perspectiva de vision y sobre todo confianza.

También está el poder de negociación, con esto se hace referencia a la capacidad de exigencia que tiene por ejemplo, la empresa con un modelo EC, al pedir a su proveedor, gran firma farmacéutica, que cambie ciertos aspectos de sus productos para que sean más acordes a sus necesidades; la posibilidad de que esto suceda es mínima, limitando así sus actividades.

Para que haya penetración en el mercado de productos verdes se necesita de demanda, una que sea consciente de su valor y por ende los exija, sin embargo, es difícil aun encontrar

este tipo de consumidor. Según lo arrojado por las empresas este factor no incide en su iniciativa a empezar con un modelo de negocio circular, pero si tiene efecto en la sostenibilidad y perdurabilidad del mismo.

También está la accesibilidad de la información con respecto a informes de gestión e informes de sostenibilidad por parte de todos los eslabones de la supply chain, de modo que se puede evidenciar su estado actual de todos en cuanto a la EC y su mapa de planeación sobre la misma; y en cuanto a información corresponde, se encontró que se necesita de datos pertinentes por parte de las empresas textiles a la hora de recibir material reciclado, datos como quien produjo el material, como lo produjo, sus políticas ambientales, entre otros, se vuelven esenciales para el proceso de reutilización.

Difícil también es determinar la cantidad, calidad y momento de retorno adecuado, es decir, cuanta cantidad de material reciclado es necesaria o acorde para la refabricación de productos dependiendo claro está de lo que se quiera hacer y la cantidad final que se quiera tener; en cuanto a la calidad, de esta dependerá también el producto final por lo que se debe tener muy en cuenta y por último, respecto al momento adecuado, se vuelve importante saber en qué nivel esta utilizada la prenda, pues esto puede cambiar drásticamente el proceso de reutilización.

Es así como la trazabilidad de los productos ya sean de primera mano o los reciclados se vuelve de suma importancia para estas empresas y para toda la cadena de suministro. Esto solucionado gracias a los avances del Internet of Thing el cual, permite a través de identificadores rastreables como los códigos de producto universales (UPC), los códigos de barras 2-D y los identificadores de radiofrecuencia (RFID) tener acceso a la información sobre la condición, la ubicación y la disponibilidad de los activos, facilitando así mantenimiento del producto, devolución y reprocesamiento.

Otro de los resultados es que una vez una empresa estableció un cambio ya fuera mejora, innovación o compra de maquinaria esto genero un efecto domino en su cadena de suministro, impulsado y motivando a los demás actores a mejorar sus prácticas,

18. Energía renovable a través de residuos lignocelulósicos:

La economía circular encierra tres principios fundamentales y uno de ellos es la utilización de fuentes de energía renovables para el desarrollo de los procesos productivos en el caso de las industrias y una de las formas para lograr esto se expone en este caso. Los materiales lignocelulósicos provienen principalmente de los residuos agrícolas, con estos se puede crear biocombustibles, energía y productos químicos; dejando así a un lado la dependencia del combustible de origen fósil.

Más allá de un caso desarrollado por una empresa o una industria, este análisis presenta un estudio de las nuevas alternativas que se están desarrollando en el mundo energético, mirar su importancia y su factibilidad se puede llegar a convertir en un impulsor de nuevas ideas de negocio, llámense también emprendimientos, que tienen todas las posibilidades de prosperar en un mundo que ya está pidiendo de por sí un cambio.

Las biorefinerías son un concepto relativamente nuevo, creado en el segundo milenio con la implementación de instalaciones que tienen como fin crear biomasa y con esto energía; según (REN21, 2015) la energía renovable suministro un 19% de la demanda mundial energética en el 2013. La Biomasa lignocelulósica a manera detallada se puede generar a través del papel, residuos alimenticios; de los residuos de la silvicultura; de la agricultura; los desechos sólidos municipales; entre otros; disponible en gran medida en todo el mundo.

Existen actualmente tres tratamientos biológicos que permiten a los residuos antes mencionados convertirse en sustitutos adecuados, sin la necesidad de la adición de otros químicos ni energía, estos son: Tratamientos fúngicos, bacterianos y enzimáticos.

Empezando con los tratamiento fúngicos; la fermentación fúngica de estado sólido (SSF) permite convertir residuos como la basura solida municipal, recortes de jardín, y los desechos de la agricultura en productos como el metano y propanodiol, sirviendo el metano como combustible y el propanodiol como comida para ganado y cerdos además de preservativo para la comida.

En cuanto al tratamiento bacteriano; las bacterias tratadas de la manera correcta tienen la capacidad de convertir los desechos de las fábricas de alimentos en biogás, como metano y biohidrógeno, esto por medio de procesos de fermentación, fotopolimerización y digestión

anaeróbica. Otros desechos de plantas, pulpa de remolacha azucarera, cascara de papa, han servido para la transformación hacia ácido glutámico, ácido láctico, ácido acético y etanol.

Por último, el tratamiento enzimático representa una ruta verde para la reducción de la generación de residuos y la demanda de energía; bajo esta premisa se utilizaron residuos de alimentos, de plátano y cebolla para generar Polihidroxicanoatos (PHA), glucosa, etanol, azúcares, quercetina y metanol, sustancias utilizadas para el tratamiento de enfermedades, creación de energía y otros tipos de alimentos.

Las desventajas ante estos tratamientos son que en algunos casos suelen durar largos periodos de tiempo hasta que se convierten en energía u otros componentes químicos; el rendimiento de los residuos va condicionado a muchos factores; se necesita de experiencia y vasto conocimiento para desarrollar el proceso más conveniente y los costos, estos no siempre suelen favorecer así se esté hablando de insumos reciclados, además se necesita de inversión en tecnología. La falta de tecnologías sostenibles adecuadas para la conversión de recursos renovables en comparación con las ya disponibles para los no renovables es una de las barreras principales, entonces, se tiene claro el fin pero no los medios.

5. Análisis y Recomendaciones

Una vez descritos los estudios casos cabe hacer un análisis bajo la luz de las premisas antes planteadas de manera que se logre confirmar o rechazar lo planteado en ellas, buscando también mostrar sus ventajas y desventajas. Y en cuanto al contexto colombiano señalar lo que podemos aprender a través de recomendaciones que se pueden extraer de cada caso.

Antes que todo, es necesario empezar con un tema que abarca cada aspecto llámese ventaja, desventaja o barrera y es la presencia de una autoridad pública. A lo largo de los dieciocho casos se nombró o se tocó el tema, y es que por más voluntad y compromiso de los demás eslabones de la cadena de suministro estos no van a lograr los resultados esperados por falta de guía. No se trata de castigos, multas u amenazas, es simplemente empezar con

un sistema legislativo que se preocupe por el asunto de la EC y busque su implementación, algo que no se quede en el papel sino que se creen programas o mejor aún instituciones que ayuden a todas las organizaciones de todas las industrias y sectores a lograr una transición pausada pero constante, con cambios pero no abruptos, con incentivos y amonestaciones sí pero que no sea un tira y afloja, se necesita de líderes políticos que le haga entender a la sociedad que en esto consiste el futuro, se necesita de entidades financieras que apoyen los créditos que van encaminados a desarrollar este tipo de iniciativas así su riesgo sea alto, se necesita de consumidores exigentes, que no solo se preocupen por el estilo, color o variedad de los productos sino por los asuntos subyacentes a eso, dejar de un lado el hedonismo es vital.

Una vez dejado claro esto podemos empezar con la primera premisa, esta trata de la posibilidad de generar nuevos negocios y ventajas competitivas gracias a las prácticas de la economía circular, aspecto que se pudo comprobar pues en todos los casos planteados, hablese de empresas, programas o ideas de negocio disruptivas, es decir, dejan de lado el común denominador para embarcarse en prácticas verdes que han resultado en un éxito económico y ambiental, beneficiando a todas las partes interesadas, generando lo que se podría llamar como una economía compartida y con esto, un valor compartido.

Por otro lado, la optimización de llámese, procesos, operaciones o actividades en las organizaciones EC reflejada en sus costos y beneficios netos también se logra vislumbrar en los casos, sin embargo, estos no suelen ser tan altos al inicio pues se debe tener en cuenta que en la mayoría de casos se necesita de inversiones, ya sea en conocimiento, infraestructura o tecnología; entonces se necesita de paciencia y lógica para entender que es un proceso que como todo, si se le da tiempo e interés, saldrá adelante.

Siguiendo con la eficiencia a la hora de utilizar las materias primas en los procesos de fabricación, esto se vuelve obvio solo con el hecho de utilizar material reciclado para los nuevos productos, en ese momento ya se le dio una doble vida a un insumo que se creía solo iba a servir una vez, sin embargo, la optimización de los insumos va mas allá. El ecodiseño permite que las materias primas puedan durar para siempre, no hay necesidad de poner un límite, es simplemente pensar a largo, muy largo plazo; en donde la mezcla de materiales

para crear un insumo final se limite de modo que su rango de oportunidades para ser reutilizado sea el máximo posible.

En algunos casos se vio, en especial en las industrias químicas y de textiles, pero esta práctica se vuelve complicada puesto que mucho de los compuestos que son vitales para el funcionamiento normal de las empresas requiere de mezclas de materiales, es ahí donde en vez de trabajar pre se hace post, por medio de plantas de tratamiento y procesos de descomposición que buscan ya sea separar los compuestos o hallar uso con aquello que ya no es posible restaurar.

En cuanto a la premisa cuarta, ya se han realizado estadísticas que demuestran que en efecto en los últimos años los consumidores si están prestando atención a temas de producción sostenibles cuando deciden lo que van a comprar, sin embargo, la percepción de valor no suele ser tanta como para pagar un precio mucho mayor al que actualmente pagan; además, esta concientización se ha visto más marcada en los países desarrollados, ya sea por educación o poder adquisitivo, ambos problemas para sociedades en vía de desarrollo como lo es Colombia. Se necesitarían fuertes campañas educativas para que una marca sea reconocida, aceptada y acogida por su huella que deja en el medio ambiente, un caso de esto podría ser la cadena de restaurantes WOK.

Y por último, un poco ligado a lo antes mencionado en cuanto a una economía compartida que beneficia a todos los stakeholders, se puede decir que el progreso de una sociedad depende del progreso individual de cada una de sus partes, es así como este tipo de iniciativas traerá consigo generación de empleo, desarrollo de conocimiento, capacidades y habilidades que será el reflejo de atención mundial en cuanto a inversión extranjera respecta, estamos hablando de mano de obra capacitada, altamente demandada en todo el mundo; sin dejar de lado que la competitividad de Colombia podría dejar de depender de commodities y empezar a ser parte de la cadena global de valor. Ejemplo de esto es China, casos de industrias de este país que han implementado la EC es lo que más se puede encontrar, China se ha planteado objetivos muy claros y dentro de ellos se encuentra dejar de ser reconocidos como proveedor de productos de mala calidad y baratos para empezar a apostarle a la calidad, tecnología e innovación, y como va, va muy bien.

Otras breves recomendaciones aparte de la planteada en el primer párrafo serían: cambio de perspectiva, de mentalidad y/o filosofía por parte de los empresarios, difícil de conseguir pero necesario si se quiere perdurabilidad en el mundo de los negocios, el mundo así lo está exigiendo hoy. Para esto, un apoyo son las cadenas de suministro integradas, con objetivos compartidos, la carrera por la competitividad ahora está dependiendo de esto, pues cuando la obtención de insumos, la investigación y desarrollo, fabricación y ensamblaje, la red de distribución y transporte junto con los servicios postventa y el respectivo consumidor final trabajan de la mano, es más factible que la transición hacia un modelo circular sea más sencillo y exitoso.

También está el desarrollo de conocimiento, el ser humano se enorgullece de ser el ser vivo más inteligente, que aprende de sus errores, que se puede comunicar, pues es hora de poner en practica eso que tanto alardeamos, enseñar lo que se sabe actualmente en cuanto al modelo circular al mundo, en especial en aquellos lugares que no tienen la posibilidad de desarrollar sus propios estudios se vuelve esencial para cambiarle la cara a nuestra realidad, un conocimiento compartido liderado por los países desarrollados es un acto de “humanidad” que se requiere, un ejemplo es la OCDE, que por medio de la cooperación de 30 países buscan afrontar desafíos al tiempo que sirven de ejemplo, dan apoyo y consejo para aquellos que así lo deseen.

Lo anterior en cuanto al conocimiento ya existente, pero también es necesario recalcar que faltan aún muchos estudios, datos, estadísticas, información de nuevos procesos productivos en industrias que aún no han dado el primer paso hacia la transición porque no saben cómo. Se necesita de mentes innovadoras, creativas y emprendedoras que vean en cada problema una solución, que conviertan a la industria más contaminante en la más sostenible; porque toda actividad, proceso, empresa, industria y país es digno, puede y debe mejorar.

6. Conclusiones

La Economía Circular llevo para quedarse. Sus principios atacan de manera directa los problemas actuales de nuestra sociedad, es por eso que su filosofía está siendo mundialmente

aceptada y aplicada; pues somos individuos dependientes, necesitamos de los productos y servicios que las empresas generan, la solución no consiste en dejar de hacer sino en hacer bien.

Es por lo cual, los términos de sostenibilidad y competitividad ahora van de la mano. Los resultados de una organización ya no solo se mira en el estado de resultados, el flujo de caja o el balance general; el resultado de la empresa se mide teniendo en cuenta el beneficio que esta genera a la sociedad, saber diferenciar entre el beneficio propio y el beneficio compartido será la clave de éxito y desarrollo que todos desearan alcanzar.

Por otro lado, el conocimiento académico como este, y los casos de estudio acá vistos se vuelven en un herramienta importante para el cambio, pero lo esencial es que no se quede en el papel, por lo que las alianzas y el trabajo cooperativo entre las universidades y los sectores económicos se deben entablar, como se mencionó anteriormente, el conocimiento y el progreso se ven mejor bajo una perspectiva pluralista.

7. Referencias bibliográficas

- Amaral, M. C. do, Zonatti, W. F., Silva, K. L. da, Karam Junior, D., Amato Neto, J., & Baruque-Ramos, J. (2018). Industrial textile recycling and reuse in Brazil: case study and considerations concerning the circular economy. *Gestão & Produção*, 431–443. <https://doi.org/10.1590/0104-530x3305>
- Castro, F. (2014). *Informe “Caracterización de la población recicladora de oficio en Bogotá”*. *Censo 2012*. BOGOTÁ, Marzo de 2014.
- Esposito, M., Tse, T., & Soufani, K. (2018). Introducing a Circular Economy: New Thinking with New Managerial and Policy Implications. *California Management Review*, 60(3), 5–19. <https://doi.org/10.1177/0008125618764691>
- EURATEX, 2017. *Prospering in the Circular Economy: the Case of European Textile & Apparel Manufacturing Industry* (Brussels, Belgium).

- Fischer, A., & Pascucci, S. (2017). Institutional incentives in circular economy transition: The case of material use in the Dutch textile industry. *Journal of Cleaner Production*, *155*, 17–32. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.038>
- Franco, M. A. (2017). Circular economy at the micro level: A dynamic view of incumbents' struggles and challenges in the textile industry. *Journal of Cleaner Production*, *168*, 833–845. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.056>
- Heyes, G., Sharmina, M., Mendoza, J. M. F., Gallego-Schmid, A., & Azapagic, A. (2018). Developing and implementing circular economy business models in service-oriented technology companies. *Journal of Cleaner Production*, *177*, 621–632. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.168>
- Hopkinson, P., Zils, M., Hawkins, P., & Roper, S. (2018). Managing a Complex Global Circular Economy Business Model: Opportunities and Challenges. *California Management Review*, *60*(3), 71–94. <https://doi.org/10.1177/0008125618764692>
- Huysman, S., Schaepmeester, J. De, Ragaert, K., Dewulf, J., & De Meester, S. (2017). Resources , Conservation and Recycling Performance indicators for a circular economy : A case study on post-industrial plastic waste. *Resources, Conservation and Recycling*, *120*, 46–54.
- Jurgilevich, A., Birge, T., Kentala-Lehtonen, J., Korhonen-Kurki, K., Pietikäinen, J., Saikku, L., & Schösler, H. (2016). Transition towards circular economy in the food system. *Sustainability (Switzerland)*, *8*(1), 1–14. <https://doi.org/10.3390/su8010069>
- Kunz, N., Mayers, K., & Van Wassenhove, L. N. (2018). Stakeholder Views on Extended Producer Responsibility and the Circular Economy. *California Management Review*, *60*(3), 45–70. <https://doi.org/10.1177/0008125617752694>
- Li, Y., & Ma, C. (2015). Circular economy of a papermaking park in China: A case study. *Journal of Cleaner Production*, *92*, 65–74. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.12.098>
- Liguori, R., & Faraco, V. (2016). Biological processes for advancing lignocellulosic waste biorefinery by advocating circular economy. *Bioresour. Technol.*, *215*, 13–20.

<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.04.054>

Ma, S. H., Wen, Z. G., Chen, J. N., & Wen, Z. C. (2014). Mode of circular economy in China's iron and steel industry: A case study in Wu'an city. *Journal of Cleaner Production*, *64*, 505–512. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.008>

Ma, S., Hu, S., Chen, D., & Zhu, B. (2015). A case study of a phosphorus chemical firm's application of resource efficiency and eco-efficiency in industrial metabolism under circular economy. *Journal of Cleaner Production*, *87*(1), 839–849. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.059>

Mathews, J. A., Tan, H., & Hu, M. C. (2018). Moving to a Circular Economy in China: Transforming Industrial Parks into Eco-industrial Parks. *California Management Review*, *60*(3), 157–181. <https://doi.org/10.1177/0008125617752692>

Mathews, J. A., Tan, H., & Hu, M. C. (2018). Moving to a Circular Economy in China: Transforming Industrial Parks into Eco-industrial Parks. *California Management Review*, *60*(3), 157–181. <https://doi.org/10.1177/0008125617752692>

Mendoza, J. M. F., Sharmina, M., Gallego-Schmid, A., Heyes, G., & Azapagic, A. (2017). Integrating Backcasting and Eco-Design for the Circular Economy: The BECE Framework. *Journal of Industrial Ecology*, *21*(3), 526–544. <https://doi.org/10.1111/jiec.12590>

Ministerio de Ambiente. (17 de Mayo de 2016). *MinAmbiente*. Obtenido de A 2018 Colombia tendrá una tasa de reciclaje del 20%: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/2291-a-2018-colombia-tendra-una-tasa-de-reciclaje-del-20>

Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (2017). *Portal Ministerio del Medio Ambiente de Chile*. Obtenido de <http://portal.mma.gob.cl/estructura/>

Ministerio del Medio Ambiente. (2018). *MinAmbiente*. Obtenido de Negocios Verdes y Sostenibles: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/negocios-verdes-y-sostenibles>

- MMA. (2018). *Ministério do Meio Ambiente*. Obtenido de <http://www.mma.gov.br/programas-mma.html>
- Moktadir, M. A., Rahman, T., Rahman, M. H., Ali, S. M., & Paul, S. K. (2018). Drivers to sustainable manufacturing practices and circular economy: A perspective of leather industries in Bangladesh. *Journal of Cleaner Production*, *174*, 1366–1380. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.063>
- Nava, J., & Abreu, Y. (2015). Logística Verde y Economía Circular Green Logistics and Circular Economics. *Daena: International Journal of Good Conscience*, *10*(3), 80–91. Retrieved from [http://www.spentamexico.org/v10-n3/A7.10\(3\)80-91.pdf](http://www.spentamexico.org/v10-n3/A7.10(3)80-91.pdf)
- Nedelea, A. M., Mironiuc, M., Huian, M. C., Birsan, M., & Bedrule-Grigoruta, M. V. (2018). Modeled Interdependencies Between Intellectual Capital, Circular Economy and Economic Growth in the Context of Bioeconomy. *Amfiteatru Economic*, *20*(49), 616–630. <https://doi.org/10.24818/ea/2018/49/616>
- Onestini, M. (2012). Latin America and the Winding Road to Rio+20: From Sustainable Development to Green Economy Discourse. *Journal of Environment and Development*, *21*(1), 32–35. <https://doi.org/10.1177/1070496511436276>
- Rajamani, S., Chen, Z.G., Zhang, S.H., 2009. Recent developments in cleaner production and environment protection in world leather sector. In: XXX Congress Int. Union Leather Technol. Chem. Soc., pp. 66
- Renewables, 2015. Global Status Report (Paris: REN21 Secretariat). ISBN 978-3- 9815934-6.
- ROJAS, J. F. (8 de Noviembre de 2015). Así es la economía circular, un negocio redondo para Colombia. *El colombiano*.
- Sáenz, M. V. (16 de Mayo de 2007). *Desarrollo Sostenible Poli*. Obtenido de SELLO VERDE o ECOSELLO: <http://desarrollososteniblepoli.blogspot.com/2007/05/sello-verde-o-ecosello.html>
- Saiz-aja, M. R., Rodríguez, B. F., Sena, S. D., Gómez, G. S., Marianini, A. C., Pedrero, G. G.,... Callaba, A. (2016). La economía circular. *Ambienta*, 4–21.
- Scheepens, A. E., Vogtländer, J. G., & Brezet, J. C. (2016). Two life cycle assessment (LCA)

- based methods to analyse and design complex (regional) circular economy systems. Case: Making water tourism more sustainable. *Journal of Cleaner Production*, 114, 257–268. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.075>
- SEMARNAT. (2018). *Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales de México*. Obtenido de <https://www.gob.mx/semarnat#367>
- Smol, M., Kulczycka, J., Henclik, A., Gorazda, K., & Wzorek, Z. (2015). The possible use of sewage sludge ash (SSA) in the construction industry as a way towards a circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 95, 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.02.051>
- Socya. (2018). *Socya*. Obtenido de Gestión Integral de Residuos: <https://socya.org.co/gestion-integral-de-residuos/>
- Strazza, C., Magrassi, F., Gallo, M., & Del Borghi, A. (2015). Life Cycle Assessment from food to food: A case study of circular economy from cruise ships to aquaculture. *Sustainable Production and Consumption*, 2(February), 40–51. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2015.06.004>
- Webster, K. (2017). *The circular economy: A Wealth of Flows*. (L. G. Jocelyn Bleriot, Craig Johnson, Ruth Sheppard, Ed.), *Ellen MacArthur foundation Publishing* (2nd ed.). Ellen MacArthur foundation Publishing.
- Xiao, Z., Wang, M., Deng, W., Hu, J., Zhou, R., & Ma, S. (2010). Ecological utilization of leather tannery waste with circular economy model. *Journal of Cleaner Production*, 19(2–3), 221–228. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.09.018>
- Zhu, Q., Geng, Y., & Lai, K. hung. (2010). Circular economy practices among Chinese manufacturers varying in environmental-oriented supply chain cooperation and the performance implications. *Journal of Environmental Management*, 91(6), 1324–1331. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.02.013>